



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



GABRIELA OHATA

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO MICROCISALHAMENTO DE SISTEMAS ADESIVOS
AUTOCONDICIONANTES DE 2 PASSOS: EFEITO DE NOVAS FORMULAÇÕES
DE DENTIFRÍCIOS EM SUBSTRATO DENTINÁRIO NORMAL E
HIPERMINERALIZADO ARTIFICIALMENTE**

Araraquara

2017



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



GABRIELA OHATA

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO MICROCISALHAMENTO DE SISTEMAS ADESIVOS
AUTOCONDICIONANTES DE 2 PASSOS: EFEITO DE NOVAS FORMULAÇÕES
DE DENTIFRÍCIOS EM SUBSTRATO DENTINÁRIO NORMAL E
HIPERMINERALIZADO ARTIFICIALMENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Odontológicas – Área de Dentística Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.

Orientador: Prof. Dr. Edson Alves de Campos

Araraquara

2017

Ohata, Gabriela

Resistência de união ao microcisalhamento de sistemas adesivos autocondicionantes de 2 passos: efeito de novas formulações de dentifrícios em substrato dentinário normal e hipermineralizado artificialmente / Gabriela Ohata.-- Araraquara: [s.n.], 2017
61 f.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia
Orientador: Prof. Dr. Edson Alves de Campos

1. Dentina 2. Adesivos dentinários 3. Resistência ao cisalhamento.
I. Título

GABRIELA OHATA

RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO MICROCISALHAMENTO DE SISTEMAS ADESIVOS
AUTOCONDICIONANTES DE 2 PASSOS: EFEITO DE NOVAS FORMULAÇÕES
DE DENTIFRÍCIOS EM SUBSTRATO DENTINÁRIO NORMAL E
HIPERMINERALIZADO ARTIFICIALMENTE

Comissão Julgadora

Dissertação para obtenção do grau de Mestre

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Edson Alves de Campos

2º Examinador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

3º Examinador: Prof^a. Dr^a. Patrícia Aleixo dos Santos Domingos

Araraquara, 16 de Março de 2017.

Dados Curriculares

GABRIELA OHATA

Nascimento	17.11.1990 – Araraquara/SP
Filiação	Elisabete Fátima Perez Ohata Marcos Minoru Ohata
2010/2014	Curso de Graduação em Odontologia pela Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP
2012/2012	Curso de Extensão Universitária em Dentística Estética Integrada – FAEPO/Araraquara
2014/2014	Curso de Estética do Sorriso – Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas, APCD/Araraquara
2015/2016	Curso de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas – Área de Dentística Restauradora, nível de mestrado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP
Associações	CROSP – Conselho Regional de Odontologia de São Paulo SBPqO – Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica APCD - Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas

Dedicatórias

Dedico à realização deste trabalho,

Aos meus pais, Bete e Minoru, por seu amor incondicional, respeito, suporte e dedicação ao longo de toda minha vida. Sou imensamente grata pelo apoio que me foi dado, vocês são meus maiores exemplos.

Ao meu namorado e melhor amigo Maciel, presente durante toda a minha pós-graduação, dando suporte e me guiando por todos os passos neste caminho de aprendizado, muito obrigada, você foi e continua sendo meu maior professor e mestre nesta profissão a qual amamos muito.

Amo muito vocês...

Agradecimentos

Agradeço,

Primeiramente a Deus, meu Senhor Jesus Cristo, pelo dom da vida, por sua proteção e comunhão diária que me dão força, coragem e sabedoria para conquistar cada dia os meus sonhos e objetivos.

À minha família, por sempre estarem presentes na minha vida, me apoiando em cada decisão e estendendo a mão sempre que precisei.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Edson Alves de Campos, que me ajudou desde a minha primeira iniciação científica até hoje, sempre demonstrando paciência, disponibilidade e confiança. Obrigada por toda orientação, cuidado e atenção a que me foram dedicados e por me incentivar a ser cada vez melhor e mais responsável.

Ao Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade e Prof. Dr. Milton Carlos Kuga, por todo incentivo e por proporcionar uma vivência acadêmica cheia de aprendizados e crescimentos.

À Máyra Andressa Rodrigues Valinhos Piccione, pelo compartilhamento de informações, atenção e amizade e enorme contribuição neste trabalho. Além dos meus colegas de pós-graduação, Maciel, Kamila, Thaís, Anna, Vinícius, Camila, Aline e Cristian obrigada por todos os dias de convivência, foram os anos de maior e melhor crescimento profissional e pessoal.

À Universidade Estadual Paulista e à Faculdade de Odontologia de Araraquara, representadas pela diretora Profa. Dra. Elaine Maria Sgavioli Massucato e vice-diretor Prof. Dr. Edson Alves de Campos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, representado pela Profa. Dra. Josimeri Hebling e pelo Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira.

A todos os demais professores do Programa de Pós-graduação em Ciências Odontológicas da área de Dentística Restauradora pelos conhecimentos e experiências transmitidos, pelo acolhimento e confiança.

A todo o departamento de Odontologia Restauradora e seus funcionários, pelo acolhimento e dedicação.

À Marcela, Bruna, Ana Carolina e Rafaela, amigas que continuam presentes na minha vida, algumas vezes à distância, mas sempre me apoiando e me encorajando a seguir em frente.

Aos meus colegas de especialização, obrigada por todos os momentos que passamos juntos e que se eternizaram em minha vida, nunca vou me esquecer de vocês.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro.

À Profa. Dra. Juliana Jendiroba Faraoni-Romano, docente na USP, pelo apoio técnico e científico.

À todos que direta ou indiretamente participaram e contribuíram para a conclusão deste trabalho.

...Meus sinceros agradecimentos.

“Tudo posso naquele que me fortalece.”
Filipenses 4:13

Ohata G. Resistência de união ao microcisalhamento de sistemas adesivos autocondicionantes de 2 passos: efeito de novas formulações de dentifrícios em substrato dentinário normal e hipermineralizado artificialmente [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2017.

RESUMO

Um dos principais responsáveis pelo sucesso nos tratamentos restauradores são os sistemas adesivos, uma técnica que tem ganhado grande atenção na atualidade é a que faz uso de sistemas autocondicionantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de união de diferentes sistemas adesivos autocondicionantes de 2 passos, com graus de acidez distintos, frente ao tratamento prévio com novas formulações de dentifrícios, em substrato dentinário normal e hipermineralizado artificialmente. Cento e vinte oito dentes incisivos inferiores bovinos hígidos foram selecionados e aleatoriamente divididos em 2 categorias de acordo com o tipo de dentina: normal (N=64) e hipermineralizada (N=64). Os dentes tiveram sua superfície vestibular desgastada para expor superfície dentinária plana e lixados para a exposição de uma superfície dentinária uniforme e padronizada. Os dentes foram aleatoriamente divididos em dois diferentes grupos, de acordo com o tipo de adesivo autocondicionante utilizado: Clearfil SE Bond (grupo C) (n=32) e AdheSE (grupo A) (n=32). Foram então aleatoriamente divididos em quatro subgrupos, de acordo com o tipo de dentifrício aplicado ou a ausência deste. Os subgrupos são: (1) Condicionamento convencional - aplicação do sistema adesivo autocondicionante segundo recomendações do fabricante (n1=8) (2) Escovação da superfície dentinária com dentifrício Colgate Pró-alívio (Pro-Argin®, Palmolive) + aplicação do sistema adesivo autocondicionante segundo recomendações do fabricante (n2=8); (3) Escovação da superfície dentinária com Biorepair (Dr.Kurt Wolff, Bielefeld, Germany) + aplicação do sistema adesivo autocondicionante segundo recomendações do fabricante (n3=8); (4) Escovação da superfície dentinária com Regenerate Enamel Science (Unilever) + aplicação do sistema adesivo autocondicionante segundo recomendações do fabricante (n4=8). Matrizes transparentes cilíndricas foram posicionadas sobre cada superfície de dentina tratada com os adesivos testados, preenchidas com resina composta (Filtek™ Z350 XT - 3M ESPE) e fotoativadas por 20s. Após período de armazenagem de 24 horas

em ambiente úmido, a 37°C, os espécimes foram adaptados a um dispositivo para resistência de união ao microcisalhamento em uma máquina de ensaios mecânicos. Em seguida, o padrão de fratura de cada espécime foi determinado. As diferenças entre os grupos foram determinadas utilizando os testes Two-Way ANOVA e Tukey, com nível de significância de 5%. Os valores de resistência de união ao microcisalhamento (MPa) em dentina normal para o Clearfil SE Bond foram: 1.Controle: 173,45±103,22; 2.Colgate: 195,33±51,66; 3.Biorepair: 208,10±126,53; 4. Regenerate: 203,33±88,12; e para o AdheSE foram: 1.Controle: 122,98±53,49; 2.Colgate: 65,70±35,66; 3.Biorepair: 108,35±76,08; 4. Regenerate: 72,96±35,56. E em dentina hipermineralizada os valores para o Clearfil SE Bond foram: 1.Controle: 171,68±66,15; 2.Colgate: 179,44±107,98; 3.Biorepair: 145,12±53,14; 4. Regenerate: 202,00±79,75; e para o AdheSE foram: 1.Controle: 73,49±62,51; 2.Colgate: 58,33±31,95; 3.Biorepair: 78,85±40,49; 4. Regenerate: 72,01±43,49. Foram observadas fraturas predominantemente adesivas. Ao analisar os fatores adesivo, dentina e interação foi encontrada diferença significativa apenas para o adesivo ($p < 0,0001$), concluindo que a resistência ao microcisalhamento é dependente do fator adesivo, mas não em relação ao tipo de dentina ou tratamento prévio. Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que a aplicação de dessensibilizante em associação com um sistema adesivo compatível pode ser utilizada quando se tenta controlar a hipersensibilidade, sem interferência com a resistência adesiva.

Palavras-chave: Dentina. Adesivos dentinários. Resistência ao cisalhamento.

Ohata G. Microshear bond strenght of two-step self-etching adhesive systems: effect of new dentifrice formulations at normal and artificially hipermineralized dentin [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2017.

ABSTRACT

The major contributor to the success in restorative treatments are adhesive systems, currently a technique that has gained much attention are those that makes use of self-etching systems. The objective of this study was to evaluate the bond strength of different 2 - step self - etching adhesive systems, with different acidity levels, compared to previous treatment with new dentifrice formulations, in normal and artificially hypermineralized dentin substrates. One hundred and twenty eight healthy bovine inferior incisor teeth were selected and randomly divided into 2 categories according to the type of dentin: normal (N = 64) and hypermineralized (N = 64). The teeth had their vestibular surface worn to expose a flat dentin surface and sanded to expose a uniform and standardized dentin surface. The teeth were randomly divided into two different groups, according to the type of self-etching adhesive system used: Clearfil SE Bond (group C) (n = 32) and AdheSE (group A) (n = 32). They were randomly divided into four subgroups, according to the type of dentifrice applied or the absence of dentifrice. The subgroups are: (1) Conventional conditioning - application of the self-etching adhesive system according to the manufacturer's recommendations (n1 = 8); (2) Brushing the dentine surface with Colgate Pro-Relief (Pro-Argin®, Palmolive) + application of self-etching according to the manufacturer's recommendations (n2 = 8); (3) Brushing the dentin surface with Biorepair (Dr.Kurt Wolff, Bielefeld, Germany) + application of self-etching adhesive system according to the manufacturer's recommendations (n3 = 8); (4) Brushing the dentin surface with Regenerate Enamel Science (Unilever) + application of self-etching adhesive system according to the manufacturer's recommendations (n4 = 8). Transparent cylindrical matrices were positioned on each dentin surface treated with the adhesives tested, filled with composite resin (Filtek™ Z350 XT - 3M ESPE) and photoactivated for 20s. After a 24-hour storage period in a humid environment at 37°C, the specimens were adapted to a device for micro-shear bond strength in a mechanical testing machine. Then, the fracture pattern of each specimen was determined. The differences between the groups were determined using Two-Way

ANOVA and Tukey, with significant level of 5%. The values of microcrystalline bond strength (MPa) in normal dentin for Clearfil SE Bond were: 1.Control: 173.45 ± 103.22 ; 2.Colgate: 195.33 ± 51.66 ; 3.Biorepair: 208.10 ± 126.53 ; 4.Regenerate: 203.33 ± 88.12 ; And for the AdheSE were: 1.Control: 122.98 ± 53.49 ; 2.Colgate: 65.70 ± 35.66 ; 3.Biorepair: 108.35 ± 76.08 ; 4.Regenerate: 72.96 ± 35.56 . And in hypermineralized dentin the values for Clearfil SE Bond were: 1.Control: 171.68 ± 66.15 ; 2.Colgate: 179.44 ± 107.98 ; 3.Biorepair: 145.12 ± 53.14 ; 4.Regenerate: 202.00 ± 79.75 ; And for AdheSE were: 1.Control: 73.49 ± 62.51 ; 2.Colgate: 58.33 ± 31.95 ; 3.Biorepair: 78.85 ± 40.49 ; 4.Regenerate: 72.01 ± 43.49 . Predominantly adhesive fractures were observed. When analyzing the adhesive, dentin and interaction factors, a significant difference was found only for the adhesive ($p < 0.0001$), concluding that the resistance to micro-shear is dependent on the adhesive factor, but not on the type of dentin or previous treatment. Based on the results obtained it can be concluded that the application of desensitizer in association with a compatible adhesive system can be used when trying to control hypersensitivity without interference in the adhesive resistance.

Keywords: Dentin. Dentin adhesives. Shear strength.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 PROPOSIÇÃO	18
3 PUBLICAÇÃO 1	19
4 PUBLICAÇÃO 2	33
5 CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	59
ANEXO	61

1 INTRODUÇÃO

A adesão entre os materiais restauradores é um tema discutido grandemente entre os pesquisadores de todo o mundo. Procuram-se cada vez mais técnicas e materiais com melhores propriedades adesivas e maior longevidade, com o intuito de obter uma adaptação íntima do material restaurador com o substrato dental. Tal objetivo é difícil de ser atingido, uma vez que o processo adesivo para o esmalte é diferente da dentina. O esmalte é 96% composto de hidroxiapatita. Enquanto a dentina é composta basicamente por água e tecido orgânico, sendo mais úmida. Segundo Pashley¹² (1992), esta umidade torna a adesão ao tecido duro, extremamente difícil. Atualmente, na técnica adesiva, o preparo do substrato para a adesão pode ser obtido de duas formas, como salientado por Inoue et al.¹⁰ (2003): condicionamento prévio com ácido fosfórico ou pela aplicação de um primer com monômeros ácidos em sua composição. A técnica do condicionamento prévio é a mais difundida e utilizada pelos profissionais e, embora produza altas forças de união resina/esmalte, é uma técnica extremamente sensível. Toda técnica adesiva por si só exige atenção e sensibilidade do profissional para executá-la, pois está sujeita a alguns fatores como: tempo, habilidade profissional, umidade, manipulação, entre outros - os quais são difíceis de serem controlados. Além disso, segundo Pashley et al.¹³ (1993), o condicionamento prévio da dentina apresenta o inconveniente de possibilitar o colapso das fibras colágenas expostas devido a secagem excessiva da dentina desmineralizada, produzindo uma incompleta penetração dos monômeros adesivos. A camada híbrida, portanto, apresentará falhas, aumentando as chances de sensibilidade pós-operatória e redução da força de união entre o substrato dental e o material restaurador.

Devido à grande sensibilidade da técnica, foram surgindo outros sistemas adesivos com o intuito de minimizar as falhas decorrentes da hibridização do substrato dental, de simplificar a técnica e reduzir o tempo de aplicação. Perdigão¹⁴ (2007) disse que tais sistemas são os sistemas adesivos autocondicionantes. Eles não requerem um passo separado de condicionamento ácido, pois possuem em sua composição monômeros ácidos capazes de dissolver parcialmente a smear layer e a hidroxiapatita. Este sistema é dividido em duas categorias conforme o número de passos: dois passos de aplicação ou passo único. No sistema de dois passos encontramos em um frasco um primer ácido e em outro frasco o adesivo

propriamente dito. No sistema de passo único encontramos um frasco com uma solução composta tanto pelo primer ácido quanto pelo adesivo, podendo ser aplicado em uma única etapa operatória, assim como descrito por Perdigão¹⁵ (2010).

Segundo ten Cate e Imfeld¹⁹ (1996), os adesivos autocondicionantes de passo único, também denominados adesivos “all-in-one”, estão sendo cada vez mais introduzidos pelos profissionais devido a simplificação da técnica (rapidez e facilidade). Este sistema carrega em sua composição uma mistura de componentes resinosos tanto hidrófilos quanto hidrófobos. Devido a sua capacidade autoadesiva eles são mais ácidos e mais hidrófilos que os adesivos autocondicionantes de dois passos. Estas características podem conduzir a uma variedade de problemas e comprometer a eficácia e estabilidade de adesão ao substrato. A principal desvantagem do sistema de passo único autocondicionante é a sua excessiva hidrofilicidade. Isto faz com que a camada híbrida atraia mais água a partir do substrato úmido intrinsecamente. Desta forma, os adesivos podem atuar como membrana semipermeável, mesmo após a polimerização, o que permite o fluxo da água ao longo da camada adesiva¹⁹. Em consequência, há diminuição da resistência de união entre substrato dental e material restaurador, além disso, os autores Hashimoto et al.⁹ (2003), Tay et al.¹⁸ (2002) e Toledano et al.²⁰ (2004) observaram que a permeabilidade pode influenciar na degradação entre dente e restauração ao longo do tempo, devido à hidrólise dos polímeros de resina.

Segundo Perdigão¹⁴ (2007) os adesivos autocondicionantes diferem em sua agressividade e são classificados em três categorias de acordo com a acidez: agressivo (pH 0,9 - 1,0), moderado (pH > 1,5) e suave (pH ≥ 2,0). Esta acidez pode afetar a resistência de união adesiva. Devido os adesivos autocondicionantes não serem tão agressivos quanto o gel de ácido fosfórico, a maioria não remove completamente a smear layer, mas sim, interagem com ela. O tipo de smear layer produzido no substrato dental também pode interferir na eficácia do sistema adesivo autocondicionante.

Atualmente observa-se uma maior conservação dos dentes na cavidade bucal, devido ao aprimoramento da medicina e das demais áreas de saúde, bem como na difusão do conhecimento e das técnicas preventivas, na melhora da qualidade de vida e aumento da expectativa de vida. Podemos supor, então, que o número de pessoas que expõem seus dentes a um longo período de tempo a fatores etiológicos relacionados à perda não cariada e progressiva das estruturas dentais

aumentou. As pessoas estão cada vez mais sujeitas à exposição dentinária, seja por lesão não cáriosa ou recessão gengival.

A dentina é um tecido vivo e responde à estímulos externos de forma que sua ultraestrutura e constituição se alterem. Os estímulos podem ser classificados segundo a sua natureza: bacteriana, química, mecânica ou ainda a associação deles. Esta resposta dentinária dá-se de duas formas: fisiológica (resposta aos constantes estímulos que a dentina sofre durante a vida) ou patológica (provenientes de lesões estimulantes). Segundo Marshall et al.¹¹ (2000), as lesões estimulantes são: atrição, abrasão, abfração, erosão, cárie crônica, materiais restauradores ou ainda a associação de estímulos.

A influência de todos estes estímulos acaba induzindo a formação de uma dentina diferente, ou seja, existe uma deposição extra de mineral, o que induz a formação de um substrato hipermineralizado, comumente denominado esclerótico ou transparente. Esse apresenta uma dentina peritubular mais mineralizada do que a dentina intertubular e deposição de cristais de fosfato de cálcio ou mesmo hidroxiapatita no interior do túbulo, resultando em maior resistência à solução ácida. Altinok et al.³ (2011) e Aranha et al.⁵ (2006) relataram que a resistência de união à dentina esclerótica é menor que a dentina normal. Além disso, Andreatti et al.⁴ (2014) viram que a dentina esclerótica parece restringir a ação dos ácidos condicionadores, prejudicando a desmineralização e dificultando a correta formação de “tags”. Há poucos estudos sobre a investigação da eficácia de união de adesivos autocondicionantes em dentina normal e hipermineralizada. Diante disso, justifica-se a realização de mais pesquisas a fim de avaliar qual associação é mais apropriada.

O substrato dentinário esclerótico está mais sujeito aos estímulos abordados acima, como é o caso da erosão dentária. Ela é descrita como um desgaste patológico, crônico, localizado e indolor do tecido dental duro submetido quimicamente ao ataque ácido, sem envolvimento bacteriano²⁰. Este ataque ácido pode ser de natureza intrínseca, como por exemplo ácidos do estômago em situações de refluxo gastro-esofágico e bulimia, ou extrínseca, como por exemplo ácidos originários da dieta, seja por ingestão de bebidas, alimentos ou medicamentos ácidos. Alguns autores, como Grippo e Simring⁸ (1995), propuseram uma nova nomenclatura ao termo erosão dentária. Os autores concordaram que o termo mais apropriado para descrever os efeitos químicos ao tecido duro dental seria corrosão ou estresse corrosivo, no lugar de erosão. As lesões cervicais não

cariosas possuem origem multifatorial, em que podemos observar que a corrosão dentária pelos ácidos amolece os tecidos dentais e tornam este tecido mais susceptível ao desgaste físico por ação abrasiva³. A abrasão ocorre devido, principalmente, à escovação dentária praticada de forma errada, seja pela frequência de escovação, técnica, força, tempo, tipo de material, ou ainda, pela abrasividade do dentífrico utilizado. Esta combinação de fatores (corrosão e abrasão) levam a um processo irreversível de perda da estrutura dentária, e uma consequência direta que podemos notar é a presença da hipersensibilidade dentinária cervical (HDC).

A hipersensibilidade dentinária cervical é o fenômeno caracterizado por dor curta e acentuada decorrente de exposição dentinária em resposta à estímulos e que não pode ser explicada por qualquer outro defeito ou patologia dentária². A teoria mais aceita atualmente que explica a HDC é a teoria hidrodinâmica proposta por Brännström na década de 1960. De acordo com Brännström, estímulos químicos, térmicos e/ou físicos que acontecem sobre a dentina exposta são percebidos de forma dolorosa devido ao movimento do fluido presente no interior dos túbulos dentinários, que por sua vez, estimulam mecanorreceptores localizados na polpa⁵. Segundo Absi et al.¹ (1987) e Schmidlin e Sahrman¹⁶ (2013), o tratamento da HDC constitui-se basicamente na obtenção de oclusão dos túbulos dentinários expostos, seja por utilização de dentífricos dessensibilizantes, pela aplicação de flúor, dessensibilizantes específicos ou ainda aplicação direta de adesivos dentinários, pela restauração da superfície afetada (com ionômero de vidro ou resinas compostas) ou ainda pelo recobrimento da região por meio de cirurgia periodontal. O tratamento mais comum é aquele realizado pelo próprio paciente quando este faz uso das pastas dessensibilizantes. E segundo o autor Gibson et al.⁷ (2013), esta é uma abordagem popular por ser econômica e fácil.

Os agentes dessensibilizantes caseiros podem ser divididos em duas categorias: produtos que bloqueiam a resposta nervosa pulpar e produtos que ocluem os túbulos dentinários abertos. Aqueles que contém sais de potássio fazem parte do primeiro grupo, sendo que o potássio age diminuindo a excitabilidade das fibras nervosas. Porém, a maior parte dos produtos caseiros estão enquadrados no segundo grupo e contém uma grande variedade de compostos, como descrito por Arnold et al.⁶ (2015), dentre eles: estrôncio, fluoreto estânico, oxalatos, fluoretos,

arginina, carbonato de cálcio, fosfosilicato de cálcio e sódio e nanopartículas com vários agentes funcionais.

Mais recentemente, começaram a surgir os compostos nanoparticulados, caracterizados pelo avanço no uso da nanotecnologia nos dentifrícios. As novas formulações de dentifrícios que serão aqui estudadas utilizam ingredientes ativos diferentes, mas ambas estão sendo aplicadas como agentes anti-erosivos e remineralizando o esmalte com a formação de hidroxiapatita. Uma das formulações de dentifrício foi capaz de produzir remineralização *in vitro* da superfície de esmalte alterada, além de mostrar-se eficaz na oclusão dos túbulos dentinários⁶. Já a outra, como descrita por Tay e Pashley¹⁷ (2003), possui diferente ingrediente ativo o qual foi capaz de integrar-se ao dente, regenerando o esmalte com a formação de hidroxiapatita. Tais dentifrícios têm como principal indicação a reposição do esmalte perdido devido à erosão. Entretanto, pacientes com HCD, também podem fazer uso destes, ampliando sua indicação às exposições de dentina, tornando necessário a avaliação do seu comportamento em substrato dentinário.

Algumas vezes, a restauração das lesões cervicais não cariosas pode ser necessária, devido a alguns fatores, como descrito por Aranha et al.⁵ (2006), tais como: a integridade do dente está ameaçada, há exposição da polpa ou um defeito estético inaceitável pelo paciente, ou ainda para se diminuir o estresse e fortalecer o dente. Em torno deste pensamento, muitos pesquisadores se perguntam: após tratamentos dessensibilizantes com dentifrícios específicos e sua possível decorrente falha, a opção de tratamento restaurador das lesões cervicais pode influenciar nos valores de resistência de união? E com o crescimento da indicação de uso dos sistemas adesivos autocondicionantes para este tipo de lesão, pode haver diminuição nesta resistência?

Desta forma, fica evidente a relevância clínica deste estudo, pois ainda não há pesquisas que mostrem a eficácia de união de sistemas adesivos autocondicionantes em dentina submetida ao tratamento prévio com as novas formulações de dentifrícios.

2 PROPOSIÇÃO

Objetivos gerais

Este estudo laboratorial teve como proposta avaliar a resistência de união de diferentes sistemas adesivos autocondicionantes de 2 passos, com graus de acidez distintos, frente ao tratamentos prévio com as novas formulações de dentifrícios, em substrato dentinário normal e hipermineralizado artificialmente.

Objetivos específicos

Os objetivos específicos foram divididos em dois capítulos a saber:

1. Influência da mineralização dentinária na resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes em dentina previamente submetida à escovação.

Conduzido para testar as seguintes hipóteses:

H0 - a mineralização dentinária não interfere na resistência de união de diferentes sistemas adesivos em dentina submetida previamente à escovação

H1 - a mineralização dentinária interfere na resistência de união de diferentes sistemas adesivos em dentina submetida previamente à escovação

2. Efeito de novas formulações de dentifrícios sobre a resistência de união em dentina.

Conduzido para testar as seguintes hipóteses:

H0: Os sistemas adesivos apresentaram resultados semelhantes

H1: Os sistemas adesivos apresentaram resultados diferentes

3 PUBLICAÇÃO 1

Influência da mineralização dentinária na resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes em dentina previamente submetida à escovação*

Influence of dentin mineralization on the bond strength of self-etching adhesive systems in dentin previously submitted to brushing

Autores: Ohata G¹, Andrade MF¹, Kuga MC¹, Piccioni MARV¹, Silva Júnior ME¹, Campos EA^{1**}

¹UNESP - Univ. Estadual Paulista, Departamento de Odontologia Restauradora. Rua Humaitá, 1680, Araraquara-SP, 14801-903, Brazil.

**Corresponding author: Campos EA, Department of Operative Dentistry, Araraquara School of Dentistry, UNESP – Univ Estauda Paulista, Rua Humaitá, 1680, Araraquara-SP, 14801-903, Brazil.

e-mail: edson.campos@foar.unesp.br

*Artigo escrito de acordo com normas da Revista Adhesive Dentistry

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da mineralização dentinária na resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes de dois passos em dentina tratada previamente com novas formulações de dentifrícios. Foram selecionados no total 128 dentes bovinos, separados em dois grupos segundo o tipo de substrato: dentina normal e dentina hipermineralizada artificialmente. Os adesivos autocondicionantes utilizados foram Clearfil SE Bond e AdheSE, aplicados segundos a recomendações dos fabricantes. Os espécimes de ambos os substratos foram aleatoriamente subdivididos segundo o tratamento prévio da dentina em: 1. Sem escovação; 2. Escovação com Colgate Pró-alívio; 3. Escovação com Biorepair e 4. Escovação com Regenerate. Os corpos de prova foram feitos em matrizes preenchidas por resina composta e, após estocagem em ambiente úmido por 24 h, os corpos foram submetidos ao ensaio de microcisalhamento. Os dados foram analisados por Two-Way ANOVA e Tukey ($p < 0,05$). Em dentina hipermineralizada, não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos prévios com escovação, realçando a opção de emprego dos adesivos autocondicionantes de dois passos em dentina esclerótica previamente tratada pelas novas formulações de dentifrícios.

Palavras Chaves: Dentina; adesivos autocondicionantes; resistência ao cisalhamento; dentifrícios.

Introdução

O tecido dental está em processo constante de des-remineralização. Quando mudanças adequadas ocorrem a favor da remineralização, é possível obter um certo reparo de lesões. Portanto, ao buscarmos esta remineralização, é plausível afirmar que o aumento na concentração do cálcio e do flúor nos fluidos orais contribuem para este fim. Com esta proposta, muitos são os produtos presentes no mercado e que têm em sua composição formulações a base de fluoretos e que contribuem para o controle da cárie. Nos anos recentes, novas formulações de dentifrícios que utilizam nanotecnologia estão surgindo com a proposta de formação de hidroxiapatita (HAP) no tecido dental. Pesquisas mais recentes²⁸ têm estudado o efeito desta nanotecnologia na remineralização tanto do esmalte quanto da dentina.

A dentina é um tecido vivo e responde à variados estímulos. Quando exposta na cavidade bucal, seja por algum tipo de retração gengival, lesão cariiosa ou não cariiosa, ela reage com sensação dolorosa. A explicação para esta sensibilidade está baseada na teoria hidrodinâmica proposta por Brannstrom⁴ em 1960. O movimento dos fluidos nos túbulos dentinários ativam mecanorreceptores presentes na polpa, o que é interpretado como dor. Além disso, esta dentina exposta ao ambiente bucal, principalmente nas lesões cervicais não cariosas, acaba sofrendo uma deposição mineral em sua superfície. Este tecido mineralizado também recebe o nome de esclerótico.

A dentina esclerótica reage de forma diferente aos mais diversos sistemas adesivos e, o constante aumento na utilização de adesivos autocondicionantes torna este tipo de dentina essencial nos estudos que visam os testes de resistência adesiva.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo verificar a influência do grau de mineralização dentinário sobre a resistência de união de dois sistemas adesivos autocondicionantes de dois passos após diferentes tratamentos dentinários com as novas formulações de dentifrícios.

Para tal, se estabeleceu as seguintes hipóteses de nulidade:

- H0 - a mineralização dentinária não interfere na resistência de união de diferentes sistemas adesivos em dentina submetida previamente à escovação
- H1 - a mineralização dentinária interfere na resistência de união de diferentes sistemas adesivos em dentina submetida previamente à escovação

Materiais e Métodos

Divisão dos grupos

Foram utilizados 128 dentes incisivos inferiores bovinos que tiveram sua porção incisal e cervical cortadas. A porção média restante teve sua face vestibular desgastada até a completa exposição da dentina. Cada espécime de dente foi incluído em tubos de PVC e separados aleatoriamente em dois grupos segundo o tipo de dentina:

Grupo 1: Dentina Normal

Grupo 2: Dentina Hipermineralizada artificialmente

Cada grupo foi subdividido quanto ao adesivo autocondicionante que foi utilizado segundo as recomendações do fabricante:

Adesivo 1: Clearfil SE Bond (Kuraray) - SUAVE: Aplicar o primer por 20 segundos, seguida da aplicação do adesivo e fotopolimerização por 10 segundos;

Adesivo 2: AdheSE (Ivoclar/Vivadent) - MODERADO: Pincelar o primer sobre a superfície durante 15 segundos. Dispersar o excesso de primer, com forte jato de ar, até que a película superficial e móvel de líquido não seja mais visível. A seguir, aplicar o bond e utilizando um jato de ar muito fraco, dispersar o excesso. Fotopolimerizar por 10 segundos.

Além desta subdivisão, cada subgrupo foi dividido quanto ao tratamento dentinário, sendo eles:

Tratamento 0: sem escovação.

Tratamento 1: escovação com dentifrício Colgate Pró-alívio (Palmolive).

Tratamento 2: escovação com dentifrício Biorepair (Dr. Wolff).

Tratamento 3: escovação com dentifrício Regenerate (Unilever).

Procedimento de Hipermineralização Artificial

A fim de criar uma dentina hipermineralizada artificialmente, optou-se por seguir protocolo descrito por Piccioni et al. (2016)¹⁹.

Para isto, a dentina exposta de cada dente foi condicionada com gel de ácido fosfórico 32% (Uni-Etch - Bisco) por 5 segundos para remoção da smear layer. Depois lavada por 20 segundos com jato de água deionizada. Os dentes foram, então, imersos em uma solução mineralizante (pH = 7.0) contendo 1,5 mM de cálcio (proveniente de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 0,9 mM de fosfato (proveniente de K_2PO_4), e 0,15 M de cloreto de potássio, mantida em temperatura ambiente. O pH da solução foi verificado com pHmetro (medidor de íons; Q400ISE; Quimis - Brasil). A fim de garantir a estabilidade, a solução foi renovada a cada 24 horas por 14 dias e permaneceu sob constante agitação por meio de um agitador magnético (RH 12; Rühromag – Alemanha).

A quantidade de solução foi calculada utilizando a área exposta de cada dente como sendo $78,5\text{mm}^2$ (diâmetro = 10 mm), ou seja, cada milímetro quadrado de superfície exposta deve corresponder a 0,76 mL da solução. Ao término dos 14 dias, a superfície dentinária foi considerada hipermineralizada. Os procedimentos

adesivos do grupo hipermineralizado foram realizados 7 dias após os dentes serem removidos da solução. Durante este período os dentes ficaram mantidos sob refrigeração a 4°C ($\pm 1^\circ$ C) em água.

Protocolo de Escovação e Confeção dos corpos de prova

Após o período de 7 dias os dentes dos grupos que receberiam os dentifrícios foram aleatorizados e receberam o seguinte protocolo de escovação baseado em Tschoppe (2011)²⁸.

- Proporção 1:1
- escovação ativa com escova elétrica oral B (professional care 5000) acoplada a dispositivo com pressão mínima durante 5 segundos mais um contato da solução com a superfície de dentina por 115 segundos (total de 120 segundos)
- lavagem com água destilada por 10 segundos
- repetição do procedimento duas vezes ao dia durante 15 dias
- estocagem em saliva artificial e estufa a 36° C

Após o procedimento de escovação, os espécimes tiveram sua superfície delimitada²³ a fim de padronizar a aplicação do sistema adesivo. Os adesivos autocondicionantes foram aplicados seguindo as recomendações dos fabricantes e foram feitos corpos de prova utilizando matrizes Tygon com diâmetro interno de 0,7mm e altura de 1,0mm (Tygon tubing, R-3603, Saint-Gobain Performance Plastics, Maime Lakes, FL, EUA). Os corpos de prova foram feitos em resina composta (Z-350 XT - 3M/ESPE) e fotopolimerizados com LED Bluephase (Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein) com intensidade de 1200 mW/cm².

Ensaio de resistência de união ao microcisalhamento

Em um período não maior do que 24 horas após a confecção dos corpos de prova, os espécimes foram levados à máquina de ensaios universal EMIC DL 2000 (EMIC Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda, São José dos Pinhais, PR, Brasil) com uma célula de carga de 500 Kgf. A resistência de união ao microcisalhamento foi calculada dividindo-se a força máxima registrada durante o ensaio (em N) pela área de união (em mm²) e expressa em MPa.

Análise dos Resultados

Os espécimes foram randomizados e após os testes de normalidade e

homocedasticidade, os resultados foram submetidos ao teste estatístico Two-Way ANOVA com nível de significância de 5%.

Resultados

Com base nos resultados do teste Two-Way ANOVA e Tukey, a influência do tratamento e do tipo de dentina foi considerada não significativa ($p > 0,05$), o que pode ser observado nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Two-Way ANOVA para resistência de união ao microcisalhamento (MPa) do sistema adesivo Clearfil SE Bond após diferentes pré-tratamentos, em dentina normal e hipermineralizada ($p < 0,05$). GL=graus de liberdade; SQ=soma de quadrados; QM=quadrado médio.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Valor-p
Interação	3	10176	3392	0,7285
Dentina	1	6719	6719	0,3570
Tratamento	3	8682	2894	0,7739
Resíduo	56	436223	7790	

Fonte: Elaboração dos autores

Tabela 2. Two-Way ANOVA para resistência de união ao microcisalhamento (MPa) do sistema adesivo AdheSE após diferentes pré-tratamentos, em dentina normal e hipermineralizada ($p < 0,05$). GL=graus de liberdade; SQ=soma de quadrados; QM=quadrado médio.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Valor-p
Interação	3	5876	1959	0,5004
Dentina	1	7623	7623	0,0835
Tratamento	3	14198	4733	0,1356
Resíduo	56	137512	2456	

Fonte: Elaboração dos autores

Sendo assim, não houve diferença estatisticamente significativa quanto a mineralização dentinária, independente do tratamento prévio realizado para ambos os adesivos autocondicionantes de dois passos.

Discussão

Os resultados apresentados neste trabalho mostraram que a resistência de união ao microcisalhamento não foi dependente da mineralização dentinária ($p < 0,05$), independente do adesivo ou tratamento prévio utilizado, contribuindo para a confirmação da hipótese nula que diz: a mineralização dentinária não interfere na resistência de união de diferentes sistemas adesivos autocondicionantes de dois passos em dentina submetida previamente à escovação.

A evolução humana, de forma geral, associada à evolução médica, à possibilidade de conhecimentos mais acessíveis assim como o crescimento de abordagens mais preventivas, tem aumentado a expectativa de vida populacional. Este aumento, em âmbito odontológico, proporcionou à maior preservação dos dentes na boca. Tais dentes estão mais sujeitos à influências de desgastes fisio ou patológicos. A dieta, consumo de medicamentos, parafunções²⁰, entre outros, são fatores etiológicos para as lesões cervicais não cariosas, cada vez mais frequentes. Essas lesões são comumente associadas à sensibilidade dolorosa, nomeada como hipersensibilidade dentinária cervical (HDC). A melhor teoria que descreve a HDC é a proposta por Brannstrom⁴, que diz que a sensibilidade dolorosa deve-se à movimentação dos fluídos no interior dos túbulos dentinários, o que ativa fibras do tipo A presentes na polpa.

De acordo com Landry e Voyer (1990)¹¹, não há um agente dessensibilizante ideal, mas qualquer tipo de tratamento para a HDC deve ser efetiva desde a primeira aplicação e satisfazer os seguintes parâmetros estipulados por Grossman⁶ desde 1934:

1. Não ser irritante à polpa;
2. Ser de fácil aplicação;
3. Ter efeito duradouro;
4. Não causar descoloração ou manchamento aos dentes;
5. Não ser irritante aos tecidos moles e ligamentos periodontais;
6. Ser de baixo custo;

Dentre os agentes dessensibilizantes tópicos, os ingredientes ativos mais comuns são: arginina, nitrato de potássio, fluoreto estanoso, fluoreto de sódio, monofluorofosfato de sódio e cloreto de estrôncio. Alguns ingredientes agem de forma a impedir a propagação do estímulo nervoso, mas a maioria tem como função o selamento dos túbulos dentinários abertos. O dentifrício convencional aqui empregado foi o Colgate Pró-alívio, que tem como ingrediente ativo a arginina, o potássio e monofluorofosfato de sódio, tais ingredientes combinados com o cálcio³ obliteram os túbulos dentinários. Esta é a indicação da maioria dos dentifrícios encontrados atualmente no mercado, pois é sabido que a principal causa da HDC é a exposição dos túbulos dentinários encontrados em áreas em que houve perda de tecido dental. Pensando nisto, neste estudo foi feito o desgaste da superfície vestibular dos dentes para a exposição da dentina.

Novas formulações de dentifrícios estão surgindo no mercado, com a proposta de remineralização dos tecidos dentais. Tal remineralização é alcançada devido a nanotecnologia utilizada em suas formulações. Os dentifrícios aqui apresentados que fazem uso desta nanotecnologia são: Biorepair e Regenerate.

Muitos autores^{1,3,9,14,20-22} avaliaram esta nanotecnologia e seus efeitos sobre o tecido dental. Segundo eles, a nanotecnologia tem como princípio a utilização de nanocristais biomiméticos de hidroxiapatita que combinados com outros ingredientes ativos (carbonato de zinco – Biorepair/ ou silicato de cálcio e fosfato - Regenerate) agem na superfície do esmalte e da dentina, em escala nanométrica, preenchendo as lacunas ocasionadas pela desmineralização ácida e remineralizando os tecidos com a formação/deposição da própria estrutura presente no dente: a hidroxiapatita.

Desta forma, a deposição ou remineralização dos tecidos dentais faz com que haja um revestimento em escala nanométrica, selando a superfície dentinária, diminuindo ou anulando a hipersensibilidade²². Portanto, tais dentifrícios “nanotecnológicos” também são indicados para o tratamento da HDC¹⁵.

Tschoppe et al. (2011)²⁸ também verificou o efeito remineralizador de dois dentifrícios com partículas nanométricas em duas concentrações e outro composto por fluoreto de amina. O composto nanométrico mostrou-se eficaz na remineralização de lesões mais profundas e, além disso, o seu efeito na dentina foi bem maior quando usada a nanopartícula. O protocolo de escovação empregado por Tschoppe et al.²⁸, foi o utilizado para este estudo, onde foram realizadas escovações por duas vezes ao dia durante 15 dias de forma ativa por 5 segundos seguida de contato por 115 segundos, totalizando 120 segundos, de forma a simular o que ocorre na população de maneira geral.

Caso as modalidades de tratamentos da hipersensibilidade dentinária falharem em aliviar a dor, temos que optar pela resina composta como material restaurador como último recurso¹³.

Quando pensamos em restaurações de resina composta, é fundamental a seleção dos melhores materiais, incluindo, portanto, os sistemas adesivos. Há um aumento no emprego de sistemas adesivos do tipo autocondicionante, devido às suas vantagens e facilidade técnica, os quais abrem mão da utilização de condicionamento prévio separado. Os sistemas autocondicionantes podem ser classificados, de acordo com o número de passos operatórios para sua aplicação, em sistemas autocondicionantes de passo único ou de dois passos. Os sistemas

autocondicionantes de dois passos são compostos basicamente por monômeros ácidos ou derivados, monômeros hidrófilos e água, contidos em um frasco (primer ácido); enquanto que um segundo frasco apresenta concentrações balanceadas de monômeros hidrófilos e hidrófobos (Clearfil SE Bond/Kuraray, AdheSE/Ivoclar-Vivadent).

Podem ser subdivididos ainda, de acordo com o potencial de condicionamento ácido, determinado pela presença de um ou mais grupamentos carboxílicos ou fosfato incorporados ao monômero ácido, em sistemas autocondicionantes de agressividade forte, moderado e suave¹⁶.

É importante conhecer a acidez do adesivo autocondicionante principalmente quando pensamos na adesão à dentina. A adesão a este tecido é diferente da adesão ao esmalte. A dentina é úmida e possui em sua composição uma maior quantidade de substâncias orgânicas, quando comparado ao esmalte. Desta forma, é importante que haja uma correta penetrabilidade dos monômeros no emaranhado de fibras colágenas, com a conseqüente formação de tags.

Sendo a dentina o tecido encontrado nas lesões cervicais não cariosas, este estudo levou em consideração o tipo de substrato na influência à resistência adesiva. O tipo de substrato encontrado nestas lesões é a dentina conhecida como esclerótica ou hipermineralizada. Isto ocorre pois a dentina exposta ao ambiente oral, ao longo do tempo, torna-se um substrato mais complexo devido a diferenças nas camadas ultra-estruturais¹⁷. Há uma deposição mineral intratubular sobre a dentina que limita o seu condicionamento ácido, alguns autores observaram uma menor penetrabilidade dos monômeros neste tipo de dentina^{7,8} restringindo a ação condicionadora dos ácidos e dificultando a correta formação de tags^{10,32} e, além disso, estudos relatam resistência de união à dentina esclerótica usando primer autocondicionante menor do que à obtida na dentina cervical sadia^{10,25}.

Como os adesivos autocondicionantes não são tão agressivos quanto o gel de ácido fosfórico em adesivos do tipo condiciona-e-lava, a camada de esfregaço acaba não sendo removida totalmente, assim, alguns autores afirmam que a acidez dos adesivos autocondicionantes (diferentes pH) pode afetar a resistência de união adesiva em dentina esclerótica^{5,27,33}.

Estudos que utilizaram adesivos com pH mais ácido, como o G-Bond Plus²⁵ (pH 1,5) e AdheSE²⁴ (pH 1,4) não mostraram diferença estatística quando comparada a dentina sadia, porém mostraram valores maiores de resistência em

dentina esclerótica. Os autores concluíram que a acidez mais elevada dos adesivos contribuiu, portanto, para uma adequada resistência adesiva.

Entretanto, Van Dijken (1994)²⁹ observou melhor desempenho clínico em sistemas autocondicionantes suaves, considerando o papel da hidroxiapatita residual ao redor das fibrilas colágenas importante na adesão, uma vez que adesivos menos ácidos impedem as mesmas de colapsarem entre si e possibilitam uma ligação química com o monômero funcional^{27,33}, mostrando que a presença de tags não influencia ou influencia muito pouco a resistência de união^{26,30,31}.

Neste estudo foram empregados os sistemas Clearfil SE Bond, considerado suave de pH 1,9 e o sistema AdheSE considerado moderado de pH 1,4. Diferentemente do apresentado nos estudos anteriores, a mineralização do substrato não influenciou na resistência do adesivo, independente de sua acidez, suave ou moderado. Ou seja, o desempenho de um adesivo não se dá somente na acidez de seu primer, mas sim está associado, também, a interação química proporcionada pelos monômeros funcionais de cada adesivo².

Ambos os adesivos aqui empregados contém o monômero hidrofílico HEMA, o qual é responsável por facilitar a entrada do produto na dentina¹⁸. Talvez a presença deste monômero ajude a explicar a ausência de diferença estatística nos adesivos entre os dois tipos de substratos.

Outros monômeros utilizados na composição dos adesivos são os monômeros funcionais: 10-MDP, o Fenil-P e o 4-META. O MDP (meta-crilóiloxidecil diidro-genofosfato) é uma molécula orgânica bifuncional: uma de suas extremidades une-se aos óxidos e a outra apresenta grupamentos que são capazes de copolimerizar com a matriz do dente.

Em estudo realizado por Lehmann e Degrange (2005)¹² foi avaliado o efeito de 4 dessensibilizantes na resistência e união de 3 sistemas adesivos, e, assim como neste estudo, o Clearfil SE Bond não foi afetado pelos diferentes agentes. Os autores explicaram o resultado com base na composição química, em particular a presença do grupamento MDP.

Tem sido demonstrado que a ligação química promovida pelo 10-MDP não é só mais eficaz, mas também mais estável em ambiente aquoso do que os demais monômeros², e este fato pode explicar a ausência de diferença estatística entre os substratos: dentina esclerótica e dentina normal, ou seja, ambos os adesivos apresentaram desempenho similar, quando comparados individualmente,

independente do substrato e do tratamento prévio com os agentes dessensibilizantes.

Conclusão

Dentro das limitações deste estudo, conclui-se que é seguro o emprego dos adesivos autocondicionantes de dois passos em dentina hipermineralizada tratada previamente com as novas formulações de dentifrícios, não havendo interferência da escovação prévia com a resistência adesiva. Porém, mais pesquisas são necessárias a fim de avaliar os efeitos destas formulações perante outros adesivos e mais fatores que simulem o ambiente oral.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro e a todos os pesquisadores envolvidos.

Marcas

- a. Colgate Palmolive Co., New York, NY, USA.
- b. Unilever House, Londres, Reino Unido.
- c. Dr. Wolff, Bielefeld, Alemanha.
- d. 3M ESPE, St. Paul, MN, USA.
- e. Kuraray Co., LTDA, Tóquio, Japão.
- f. Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein.

Referências

1. Alessandri Bonetti G, Pazzi E, Zanarini M, Marchionni S, Checchi L. The effect of zinc-carbonate hydroxyapatite versus fluoride on enamel surfaces after interproximal reduction. *Scanning*. 2014; 36(3): 356-61.
2. Andrade AP, Shimaoka AM, Russo EMA, Carvalho RCR. Estudo comparativo da resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes com diferentes pHs aplicados ao esmalte e a dentina. *RGO*. 2008; 56(2): 115-9.
3. Arnold WH, Prange M, Naumova EA. Effectiveness of various toothpastes on dentine tubule occlusion. *J Dent*. 2015; 43(4): 440-9.
4. Brannstrom M. The hydrodynamic theory of dentinal pain: sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. *J Endod*. 1986; 12(10):453-7.

5. Cilli RA, Prakki PA, de Araujo MA. Evaluating a method of artificially hypermineralizing dentin to simulate natural conditions in bonding studies. *J Adhes Dent.* 2005; 7(4):271-9.
6. Grossman LE. The treatment of hypersensitive dentine. *J Am Dent Assoc.* 1935;22:592–602.
7. Gwinnett AJ, Jendresen MD. Micromorphologic features of cervical erosion after acid conditioning and its relation with composite resin. *J Dent Res.* 1978 ;57:543–9.
8. Gwinnett AJ, Kanca J. Interfacial morphology of resin composite and shiny erosion lesions. *Am J Dent.* 1992; 5:315-317.
9. Kumar GS, Thamizhavel A, Yokogawa Y, Narayana Kalkura S, Girija EK. Synthesis, characterization and in vitro studies of zinc and carbonate co-substituted nano-hydroxyapatite for biomedical applications. *Mat Chem Phys.* 2012; 134: 1127-35.
10. Kwong SM, Cheung GS, Kei LH, Itthagarun A, Smales RJ, Tay FR, Pashley DH. Micro-tensile bond strengths to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique. *Dent Mater.* 2002; 18: 359-69.
11. Landry RG, Voyer R. Treatment of dentin hypersensitivity: A retrospective and comparative study of two therapeutic approaches. *J Can Dent Assoc.* 1990;56:1035–41.
12. Lehmann N, Degrange M – Effect of four dentin desensitizer on the shear bond strenght of three bonding systems. *European Cells and Materials.* 2005; 9(1):52-53.
13. Makkar S, Goyal M, Kaushal A, Hegdel V. Effect of desensitizing treatments on bond strength of resin composites to dentin – an in vitro study. *J Conserv Dent.* 2014; 17(5): 458–461.
14. Matsunaga K, Murata H, Mizoguchi T, Nakahira A. Mechanism of incorporation of zinc into hydroxyapatite. *Acta Biomater.* 2010; 6(6): 2289-93.
15. Orsini G, Procaccini M, Manzoli L, Giuliadori F, Lorenzini A, Putignano A. A double-blind randomized-controlled trial comparing the desensitizing efficacy of a new dentifrice containing carbonate/hydroxyapatite nanocrystals and a sodium fluoride/potassium nitrate dentifrice. *J Clin Periodontol.* 2010; 37(6):510-7.
16. Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am.* 2007; 51(2): 333-57, viii.

17. Perdigão J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater.* 2010; 26(2): 24-37.
18. Perdigão J, Van Meerbeek B, Lopes MM, Ambrose WW. The effect of a re-wetting agent on dentin bonding. *Dent Mater.* 1999;15(4):282-95.
19. Piccioni MARV, Neves TPC, Kubo CS, Saad JRC, Campos EA. Effects of the Er, Cr:YSGG laser irradiation on dentin bond strength. *Laser Phys.* 2016; 26(2): 3-6.
20. Poggio C, Lomardini M, Colombo M, Bianchi S. Impact of two toothpastes on repairing enamel erosion produced by a soft drink: an AFM in vitro study. *J Dent.* 2010; 38(11): 868-74.
21. Ren F, Xin R, Ge X, Leng Y. Characterization and structural analysis of zinc-substituted hydroxyapatites. 2009; 5(8): 3141-9.
22. Rimondini L, Palazzo B, Iafisco M, Canegallo L, Denarosi F, Merlo M, Roveri N. The remineralizing effect of carbonate-hydroxyapatite microparticles on dentine. *Mater Sci Forum* 2007; 539-43: 602-05.
23. Shimaoka AM, de Andrade AP, Cardoso MV, de Carvalho RC. The importance of adhesive area delimitation in a microshear bond strength experimental design. *J Adhes Dent.* 2011; 13(4): 307-14.
24. Skupien JA, Susin AH, Angst PD, Anesi R, Machado P, Bortolotto T, Krejci I. Micromorphological effects and the thickness of the hybrid layer – a comparison of current adhesive systems. *J Adhes Dent.* 2010; 12(6): 435-42.
25. Tay FR, Kwong S-M, Itthagarun A, King NM, Yip H-K, Moulding KM, et al. Bonding of a self-etching primer to non-cariou cervical sclerotic dentin: interfacial ultrastructure and microtensile bond strength evaluation. *J Adhes Dent.* 2000 ;2:9–28.
26. Tay FR, Pashley DH. Resin bonding to cervical sclerotic dentin: a review. *J Dent.* 2004;32(3):173–96.
27. Tsai YL, Nakajima M, Wang CY, Foxton RM, Lin CP, Tagami J. Influence of etching ability of one-step self-etch adhesives on bonding to sound and non-cariou cervical sclerotic dentin. *Dent Mater J.* 2011; 30:941-947.
28. Tschoppe P, Zandim DL, Martus P, Kielbassa AM. Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. *J Dent.* 2011; 39(6): 430-7.
29. van Dijken JW. Clinical evaluation of four dentin bonding agents in Class V

abrasion lesions: a four-year follow-up. *Dent Mater.* 1994; 10(5):319-24.

30. Van Dijken JW. Durability of three simplified adhesive systems in Class V non-carious cervical dentin lesions. *Am J Dent.* 2004; 17:27–32.

31. Van Dijken JW. Retention of a resin-modified glass ionomer adhesive in non-carious cervical lesions. A 6-year follow-up. *J Dent.* 2005; 33:541–7.

32. Van Meerbeek B, Dhem A, Goret-Nicaise M, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological characterization of the interface between resin and sclerotic dentine. *J Dent.* 1994; 22:141-146.

33. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater.* 2011; 27(1):17-28.

4 PUBLICAÇÃO 2

Efeito de novas formulações de dentifrícios sobre a resistência de união em dentina*

Effect of novel dentifrice formulations on dentin bond strength

Autores: Ohata G¹, Andrade MF¹, Kuga MC¹, Piccioni MARV¹, Silva Júnior ME¹, Campos EA^{1**}

¹UNESP - Univ. Estadual Paulista, Departamento de Odontologia Restauradora. Rua Humaitá, 1680, Araraquara-SP, 14801-903, Brazil.

**Corresponding author: Campos EA, Department of Operative Dentistry, Araraquara School of Dentistry, UNESP – Univ Estauda Paulista, Rua Humaitá, 1680, Araraquara-SP, 14801-903, Brazil.

e-mail: edson.campos@foar.unesp.br

*Artigo escrito de acordo com normas da Revista Adhesive Dentistry

Resumo

O objetivo deste estudo é avaliar a influência da escovação prévia da dentina com as novas formulações de dentifrícios que fazem uso da nanotecnologia e que tem como principal indicação o tratamento da hipersensibilidade dentinária cervical na resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes de dois passos, com graus de acidez distintos. No total, 128 dentes bovinos foram selecionados. Os espécimes foram aleatoriamente divididos em dois diferentes grupos de acordo com o tipo de dentina. Em seguida, foram subdivididos segundo o sistema adesivo utilizado: Clearfil SE Bond ou AdheSE. Os espécimes foram então separados para o tratamento prévio da dentina, sendo eles: 1. Condicionamento convencional (sem escovação); 2. Escovação com Colgate Pró-alívio; 3. Escovação com Biorepair e 4. Escovação com Regenerate. As matrizes foram posicionadas e preenchidas com resina composta e fotoativadas por 40s. Após período de armazenamento de 24 h em ambiente úmido, os espécimes foram submetidos ao ensaio de microcisalhamento. Subsequentemente o padrão de fratura de cada amostra foi determinado. Os dados para o teste de resistência foram analisados por Two-Way ANOVA e Tukey ($p < 0,05$). Independentemente do substrato ou do tratamento, o desempenho foi similar, porém quando os adesivos foram comparados entre si, o resultado foi diferente ($p < 0,0001$), com Clearfil SE Bond apresentando maiores valores de resistência. Estes resultados confirmam a indicação dos sistema autocondicionante em dentina esclerótica e em superfície tratada previamente pelas novas formulações de dentifrícios.

Palavras Chaves: Dentina; adesivos autocondicionantes; resistência ao cisalhamento; dentifrícios.

Introdução

A hipersensibilidade dentinária é uma reclamação cada vez mais frequente nos consultórios odontológicos. Caracteriza-se por sensação dolorosa nos dentes em que observa-se a exposição de dentina. A teoria que melhor explica esta sensibilidade é a descrita por Brannstrom⁵, onde ele diz que, estímulos químicos, mecânicos ou térmicos são compreendidos de forma dolorosa devido ao movimento

do fluido presente no interior dos túbulos dentinários e que estimulam, desta forma, mecanorreceptores da polpa. Esta exposição da dentina pode, ou não, estar associada a perda de tecido dentinário. A dentina exposta ao meio bucal reage aos estímulos de duas formas: fisiológica ou patológica. Desta última fazem parte as lesões estimulantes tais como atrição, abrasão, abfração, erosão ou ainda a associação de estímulos²³. Os tratamentos mais comuns para a hipersensibilidade dentinária cervical (HDC) têm como objetivo principal impedir os estímulos dolorosos, seja por meio de produtos capazes de bloquear a resposta nervosa pulpar ou capazes de ocluir os túbulos dentinários abertos.

Atualmente, os produtos caseiros para o tratamento da HDC são os mais utilizados, devido à sua fácil aquisição e custo-benefício. Pensando nisso, estão surgindo no mercado odontológico novas formulações de dentifrícios capazes de se ligarem aos tecidos dentais e proporcionar, de alguma forma, a reposição do tecido perdido, incluindo, portanto, a oclusão dos túbulos dentinários em suas indicações.

Apesar deste tipo de tratamento caseiro ser eficiente por um período de tempo, muitos pacientes relatam a permanência da sensibilidade dolorosa, o que leva, muitas vezes, os profissionais lançarem mão de técnicas restauradoras com resinas compostas. As resinas são compósitos e necessitam de um tratamento prévio do tecido para sua utilização. A este processo damos o nome de hibridização. Este procedimento pode ser dado pelo condicionamento prévio com ácido fosfórico ou pela aplicação de um primer com monômeros ácidos em sua composição¹⁵. O primeiro é dividido em duas fases: condicionamento prévio + aplicação do sistema adesivo. Esta técnica, embora seja a mais difundida, exige maior atenção e sensibilidade do profissional, uma vez que ela está mais sujeita à falhas como colapso das fibras colágenas e incompleta penetração dos monômeros adesivos³³. A segunda técnica recebe o nome de sistema autocondicionante, pois abre mão do condicionamento prévio e utiliza o primer que pode ser apresentado em dois tipos de sistemas: passo único de aplicação ou dois passos. Os sistemas de dois passos possuem mais vantagens, uma vez que não possuem excessiva hidrofilicidade como no de passo único. Desta forma não atuam como membrana semipermeável⁴⁹, diminuindo a degradação entre dente e restauração ao longo do tempo¹³. Além disso, a inexistência da remoção do ácido por meio de lavagem e posterior secagem do substrato, confere ao cirurgião-dentista a decisão da umidade exata que deve ser mantida sobre a dentina, diminuindo a possibilidade das fibras colágenas colabarem-

se. O processo de desmineralização da dentina ocorre de forma simultânea à infiltração dos monômeros resinosos, formando uma camada híbrida otimizada.

Outro fator importante a ser considerado é a agressividade do adesivo utilizado. Perdigão (2007)³⁵ classificou os adesivos autocondicionantes segundo sua acidez em três categorias: agressivo (pH 0,9 – 1,0), moderado (pH > 1,5) e suave (pH ≥ 2,0). Tal acidez pode afetar a resistência de união adesiva⁵⁰. Em uma dentina normal, um adesivo com maior grau de acidez irá promover maior desmineralização do tecido e maior remoção da smear layer, porém, em uma dentina considerada esclerótica (com maior deposição mineral na superfície da dentina devido à sua exposição ao meio bucal) a acidez agirá de forma diferente²¹. Por isso, o tipo de substrato pode influenciar na resistência de união.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo verificar a influência da escovação prévia da dentina com as novas formulações de dentifrícios na resistência de união de dois sistemas adesivos autocondicionantes de dois passos: parte 1 – dentina normal e parte 2 - hipermineralizada.

Para tal, se estabeleceu as seguintes hipóteses de nulidade:

- H0: Os sistemas adesivos apresentaram resultados semelhantes
- H1: Os sistemas adesivos apresentaram resultados diferentes

Materiais e Métodos

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP (processo: 4/2016 – ANEXO).

Ao todo foram utilizados 128 dentes incisivos inferiores bovinos íntegros. Didaticamente, para este estudo, a análise estatística se deu em duas partes segundo a mineralização dentinária: dentina normal e hipermineralizada artificialmente. Cada tipo de dentina contou com 64 dentes.

Cada dente foi submetido ao corte de sua porção incisal e cervical com auxílio de uma cortadeira (IsoMet 1000, BUEHLER – An ITW Company) e ao desgaste da superfície vestibular a fim de expor e planificar a dentina³⁷ e padronizar a smear layer¹⁷. Para isto, foi utilizada uma sequência de lixas de carbeto de silício (granulação 180 e 320) a 500 rpm e refrigeração constante em politriz (DP-10 Panambra, Struers, Ballerup, Dinamarca).

Em seguida os fragmentos de coroa foram incluídos em resina acrílica em

cilindros de PVC para facilitar o manuseio e possibilitar posterior ensaio mecânico. Os cilindros, após confeccionados, foram armazenados imersos em saliva artificial e mantidos em estufa a $36\pm 1^\circ$ C.

Procedimento de Hipermineralização Artificial

Metade do total dos espécimes (64 dentes) passaram por um processo de hipermineralização dentinária artificial. Este procedimento seguiu o protocolo descrito por Piccioni et al. (2016)³⁹, onde, ao final de 14 dias de trocas consecutivas de solução mineralizante, o substrato dentinário foi considerado hipermineralizado..

Divisão dos grupos

Os cilindros, tanto de dentina normal quanto de dentina esclerótica, foram aleatoriamente divididos em dois diferentes grupos, de acordo com o tipo de adesivo autocondicionante utilizado: Grupo C ($n_C=32$) – Clearfil SE Bond e Grupo A ($n_A=32$) – AdheSE. Ambos os grupos (C e A) foram subdivididos em quatro, conforme o tipo de dentifrício aplicado, ou ausência deste (considerado grupo controle).

(1) Condicionamento convencional - aplicação do sistema adesivo autocondicionante segundo recomendações do fabricante ($n=16$).

(2) Escovação da superfície dentinária com dentifrício convencional Colgate Pró-alívio (Pro-Argin®, Palmolive) + aplicação do sistema adesivo autocondicionante segundo recomendações do fabricante ($n=16$).

(3) Escovação da superfície dentinária com Biorepair (Dr. Wolff, Bielefeld, Germany) + aplicação do sistema adesivo autocondicionante segundo recomendações do fabricante ($n=16$).

(4) Escovação da superfície dentinária com Regenerate Enamel Science (Unilever) + aplicação do sistema adesivo autocondicionante segundo recomendações do fabricante ($n=16$).

O Quadro 1 destaca as variáveis em questão (dentifrício e adesivo), o nome comercial, a composição dos materiais envolvidos e o protocolo utilizado para a escovação das amostras bem como as recomendações, segundo os fabricantes, da aplicação dos sistemas adesivos autocondicionantes Clearfil SE Bond e AdheSE.

Quadro 1: Nome, composição e protocolo de Escovação/Aplicação dos cremes dentais e adesivos autocondicionantes

Variáveis	Nome comercial	Composição	Protocolo de Escovação/Aplicação
Dentifrício	Colgate Pró-alívio	Carbonato de Cálcio, Lauril Sulfato de Sódio, Sorbitol, Bicarbonato de Arginine, Carboximetil Celulose, Bicarbonato de Sódio, Acesulfame de Potássio, Silicato de Sódio, Xantam, Sucrolose, dióxido de titânio (CI 77891), Aroma, Água e Monofluorofosfato de sódio - MFP® (1450 ppm de Flúor) / Palmolive	Escovação manual com escova elétrica (Oral-B Professional Care 5000) em diluição 1:1, duas vezes ao dia por 5 segundos + contato do dentifrício por 115 segundos (total = 120 segundos) durante duas semanas*
	Biorepair	Água, cálcio e fosfato nano hidroxiapatita carbonato de zinco, sílica hidratada, glicerol, sorbitol, sílica, aroma, goma de celulose, miristoílo de sódio, sarcosinato, cocoil metil taurato de sódio, pirofosfato tetrapotássio, PCA de zinco, sacarina de sódio, fenoxietanol, álcool benzílico, propilparabeno metilparabeno, ácido cítrico, benzoato de sódio / Dr. Wolff	
	Regenerate Enamel Science	- Sistema de gel de fase dupla contendo silicato de cálcio e fosfato, com 1450 ppm de íon fluoreto a partir de fluoreto de sódio e monofluorofosfato de sódio em proporções iguais. - Creme dental contendo silicato de cálcio e fosfato de sódio e 1450 ppm de íon fluoreto como monofluorofosfato de sódio / Unilever	
Sistema Adesivo (segundo recomendações do fabricante)	Clearfil SE Bond (SUAVE)	Primer: MDP, HEMA, dimetacrilato hidrofílico de canforoquinona, N.N-Dietanol p-toluidina e água Bond: MDP, Bis-GMA, HEMA, dimetacrilato hidrofóbico de canforoquinona, N.N-Dietanol p-toluidina, sílica coloidal silanizada / Kuraray	Aplicar o primer por 20 segundos, seguida da aplicação do adesivo e fotopolimerização por 10 segundos
	AdheSE (MODERADO)	Primer: 4-META, dimetacrilato, ácido fosfórico acrilato, iniciadores e estabilizadores em solução aquosa Bond: HEMA, dimetacrilato, dióxido de silício, iniciadores e estabilizadores / Ivoclar Vivadent	Pincelar o primer sobre a superfície durante 15 segundos. Dispersar o excesso de primer, com forte jato de ar, até que a película superficial e móvel de líquido não seja mais visível. A seguir, aplicar o bond e utilizando um jato de ar muito fraco, dispersar o excesso. Fotopolimerizar por 10 segundos.

Fonte: Elaboração dos autores

Protocolo de Escovação*

A aplicação dos dentifrícios seguiu a metodologia empregada por Tschoppe et al.(2011)⁵¹ com algumas modificações. Os espécimes foram escovados com escova elétrica oral B (Professional Care 5000) na diluição de 1:1, apoiada em um dispositivo para manter a pressão mínima e constante. A escovação foi realizada duas vezes ao dia em cada espécime, por 5 segundos mais um contato adicional do creme dental diluído durante 115 segundos, totalizando um tempo de 120 segundos. Após cada escovação, os espécimes foram lavados com água destilada durante 10 segundos. Este procedimento foi repetido durante 15 dias. Após uma semana da aplicação dos dentifrícios, deu-se início à delimitação adesiva e posterior ensaio de microcissalhamento.

Delimitação da área adesiva

Antes do procedimento adesivo propriamente dito, é necessário realizar a delimitação da área adesiva⁴⁴. Para tal fim, utilizou-se fita adesiva dupla face ácido resistente (Adelbras, Vinhedo, SP, Brasil), a qual foi recortada em dimensões suficientes para recobrir a superfície do espécime. Em seguida a fita recebeu 4 perfurações alinhadas, com 1,0mm de diâmetro realizadas com perfurador de borracha. Uma das faces adesivas foi aderida à superfície dentinária, delimitando, assim, quatro locais para aplicação dos sistemas adesivos³⁹.

Procedimento adesivo e confecção dos corpos de prova³⁹

Após cada perfuração receber os sistemas adesivos Clearfil SE Bond ou AdheSE, segundo as recomendações dos fabricantes, sobre a fita adesiva foram posicionadas quatro matrizes transparentes cilíndricas com 0,7mm de diâmetro interno e 1,0mm de altura (Tygon tubing, R-3603, Saint-Gobain Performance Plastics, Maime Lakes, FL, EUA). Cada tudo de matriz Tygon teve seu volume interno preenchido por resina composta (Z-350 XT - 3M/ESPE), em seguida os tubos foram fotoativados por 20 segundos com aparelho fotopolimerizador (LED Bluephase, Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein) com intensidade de 1200 mW/cm².

As matrizes Tygon e a fita dupla face foram removidas com auxílio de lâmina de bisturi nº 11 a fim de expor os cilindros de resina composta.

Após 24 horas de armazenamento em ambiente úmido os espécimes foram

submetidos ao ensaio mecânico de microcisalhamento.

Resistência de união ao microcisalhamento

Decorrido o período de armazenamento, os espécimes foram adaptados a um dispositivo para ensaio de resistência de união ao microcisalhamento acoplado a máquina de ensaios universal EMIC DL 2000 (EMIC Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda, São José dos Pinhais, PR, Brasil) com uma célula de carga de 500 Kgf. Antes da realização dos ensaios, o dispositivo foi cuidadosamente alinhado para permitir que o carregamento fosse aplicado o mais próximo possível da interface de união na base dos cilindros com o auxílio de uma alça confeccionada com fio de aço (0,25 mm de diâmetro). O carregamento foi realizado com velocidade de travessa de 0,5 mm/min até a fratura dos espécimes.

A resistência de união ao microcisalhamento foi calculada dividindo-se a força máxima registrada durante o ensaio (em N) pela área de união (em mm²) e expressa em MPa.

Análise dos Padrões de Fratura

Após o teste de microcisalhamento, o padrão de fratura de cada espécime foi determinado com auxílio de uma lupa estereoscópica (SZX7, Olympus, SP, Brazil) com diferentes aumentos e as mesmas foram classificadas como adesivas, coesivas ou mistas.

Análise dos Resultados

Falhas prematuras dos espécimes durante a preparação para o ensaio de microcisalhamento foram consideradas iguais a zero MPa, a fim de evitar valores superestimados de resistência de união. Após uma análise exploratória de normalidade e homocedasticidade dos dados, os resultados foram submetidos ao teste Two-Way ANOVA para a comparação das fontes de variação: interação, adesivo e tratamento dentinário. O nível de significância foi de 5%.

Resultados

1. Teste de microcisalhamento

A partir da análise estatística, a influência dos tratamentos e da interação entre os fatores foi considerada não significativa ($p > 0,05$). Porém, quando analisada a influência do sistema adesivo foi considerada extremamente significativa ($p < 0,0001$), tanto para a dentina normal (Tabela 1) quanto para a dentina hipermineralizada (Tabela 3). As tabelas 2 e 4 referem-se ao desvio padrão e a média geral de cada grupo, em dentina normal e hipermineralizada respectivamente.

Tabela 1. Two-Way ANOVA para resistência de união ao microcisalhamento (MPa) em dentina normal, para os sistemas adesivos Clearfil SE Bond e AdheSE após diferentes pré-tratamentos ($p < 0,05$). GL=graus de liberdade; SQ=soma de quadrados; QM=quadrado médio.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Valor-p
Interação	3	16910	5637	0,4305
Adesivo	1	168280	168280	<0,0001
Tratamento	3	6977	2326	0,7640
Resíduo	56	337985	6035	

Fonte: Elaboração dos autores

Tabela 2. Médias (\pm desvio-padrão) da resistência de união ao microcisalhamento (MPa) dos sistemas adesivos Clearfil SE Bond e AdheSE aplicados em dentina normal após diferentes pré-tratamentos.

	Controle	Colgate	Biorepair	Regenerate
CSEB	173,45 Aa ($\pm 103,22$)	195,33 Aa ($\pm 51,66$)	208,10 Aa ($\pm 126,53$)	203,33 Aa ($\pm 88,12$)
ADHE	122,98 Aa ($\pm 53,49$)	65,70 Ab ($\pm 35,66$)	108,35 Aa ($\pm 76,08$)	72,96 Ab ($\pm 35,56$)

* Letras maiúsculas iguais na mesma linha representam ausência de diferença estatística; letras minúsculas iguais na mesma coluna representam ausência de diferença estatística ($p < 0,05$).

Fonte: Elaboração dos autores

Tabela 3. Two-Way ANOVA para resistência de união ao microcisalhamento (MPa) em dentina hipermineralizada, para os sistemas adesivos Clearfil SE Bond e AdheSE após diferentes pré-tratamentos ($p < 0,05$). GL=graus de liberdade; SQ=soma de quadrados; QM=quadrado médio.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Valor-p
Interação	3	9702	3234	0,5167
Adesivo	1	172690	172690	<0,0001
Tratamento	3	5344	1781	0,7372
Resíduo	56	235750	4210	

Fonte: Elaboração dos autores

Tabela 4. Médias (\pm desvio-padrão) da resistência de união ao microcissalhamento (MPa) dos sistemas adesivos Clearfil SE Bond e AdheSE aplicados em dentina hipermineralizada após diferentes pré-tratamentos.

	Controle	Colgate	Biorepair	Regenerate
CSEB	171,68 Aa (\pm 66,15)	179,44 Aa (\pm 107,98)	145,12 Aa (\pm 53,14)	202,00 Aa (\pm 79,75)
ADHE	73,49 Aa (\pm 62,51)	58,33 Ab (\pm 31,95)	78,85 Aa (\pm 40,49)	72,01 Ab (\pm 43,49)

* Letras maiúsculas iguais na mesma linha representam ausência de diferença estatística; letras minúsculas iguais na mesma coluna representam ausência de diferença estatística ($p < 0,05$).

Fonte: Elaboração dos autores

Em dentina normal, a maior média geral obtida com o Clearfil SE Bond foi o tratamento prévio com escovação fazendo uso do Biorepair, seguido por Regenerate, Colgate e grupo controle (aplicação do adesivo segundo as recomendações do fabricante). Já com o AdheSE, a sequência decrescente de médias foi: grupo controle, Biorepair, Regenerate e Colgate.

Em dentina hipermineralizada, a maior média geral obtida com o Clearfil SE Bond foi o tratamento prévio com escovação fazendo uso do Regenerate, seguido por Colgate, grupo controle e Biorepair. Já com o AdheSE, a sequência decrescente de médias foi: Biorepair, grupo controle, Regenerate e Colgate.

Com base nisso, não há diferença estatística significativa entre os dentifrícios utilizados, mas sim no fator adesivo. O Clearfil SE Bond apresentou maior resistência de união do que o AdheSE em duas formulações: Colgate e Regenerate, independente do tipo de dentina.

2. Análise do padrão de fratura

Foram observadas fraturas predominantemente adesivas para a maioria das situações (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5. Distribuição percentual dos tipos de fraturas observadas no sistema adesivo Clearfil SE Bond. Tipos de fratura: A=adesiva; C=coesiva; M=mista.

	Controle	Colgate	Regenerate	Biorepair
Normal	A= 70,83	A= 53,33	A= 42,42	A= 53,34
	C= 8,40	C= 16,66	C= 36,36	C= 23,33
	M= 20,83	M= 30,10	M= 21,22	M= 23,33
Hipermin.	A= 48,48	A= 39,28	A= 71,87	A= 64,28
	C= 9,10	C= 25,01	C= 12,51	C= 21,44
	M= 42,42	M= 35,71	M= 15,62	M= 14,28

Fonte: Elaboração dos autores

Tabela 6. Distribuição percentual dos tipos de fraturas observadas no sistema adesivo AdheSE. Tipos de fratura: A=adesiva; C=coesiva; M=mista.

	Controle	Colgate	Regenerate	Biorepair
Normal	A= 60,71	A= 78,94	A= 85,0	A= 88,46
	C= 14,28	C= 10,53	C= 5,0	C= 7,70
	M= 25,10	M= 10,53	M= 10,0	M= 3,84
Hiperm.	A= 81,81	A= 88,46	A= 66,68	A= 85,19
	C= 13,63	C= 3,85	C= 14,81	C= 11,11
	M= 4,56	M= 7,69	M= 18,51	M= 3,70

Fonte: Elaboração dos autores

Discussão

Os resultados apresentados neste trabalho mostraram que a resistência de união ao microcisalhamento não foi dependente da escovação prévia com os diferentes dentífricos, bem como os dois tipos de substratos dentinários ($p > 0,05$), mas foi dependente do fator adesivo autocondicionante ($p < 0,0001$). Ou seja, na comparação entre o mesmo sistema adesivo, independentemente do substrato ou do tratamento, o desempenho foi similar, porém quando os adesivos foram comparados entre si, o resultado foi diferente, contribuindo para a confirmação da hipótese alternativa.

A opção por se utilizar dentes bovinos como substitutos de dentes humanos, ainda que não sejam considerados ideais, foi baseada na possibilidade vantajosa em se obter um substrato padronizado, visto que dentes humanos possuem alta variabilidade na estrutura e composição dentinária, possuindo, muitas vezes alta permeabilidade. Além disso, dentes bovinos mostrou-se uma alternativa viável em pesquisas que envolvam resistência de união^{29,30}.

O ensaio mecânico aqui utilizado foi de resistência ao microcisalhamento com delimitação da área adesiva a fim de evitar algumas desvantagens presentes em outros testes (cisalhamento e tração) tais como, possibilidade de microtrincas e falhas coesivas originadas de tensões indesejáveis⁵⁷. Além disso, o microcisalhamento é um teste rotineiramente aplicado^{7,27,58} e relativamente de fácil manipulação e confecção dos espécimes, pois não necessita da realização de secções.

O objetivo da odontologia moderna é a prevenção da perda precoce da estrutura dentária e o surgimento de novas informações em educação e saúde tem aumentado a expectativa de vida da população no geral, bem como a permanência do elemento dental na boca. Juntamente a isto, à fatores extrínsecos associados à

mudanças no estilo de vida e nos hábitos dietéticos e mudanças químicas do meio erosivo, bem como a frequência e contato do ácido com o dente⁴⁰, tornaram as lesões cervicais não cáries mais frequentes e, conseqüentemente, as reclamações relacionadas à hipersensibilidade dentinária aumentaram. Portanto, é imprescindível a necessidade de avanços nas pesquisas e tecnologias para buscar tratamentos cada vez mais eficazes com o desenvolvimento de estratégias na odontologia preventiva, especificamente no controle e manejo do biofilme bacteriano e remineralização do tecido dental¹².

Assim como os demais tecidos mineralizados naturais do corpo humano, o esmalte e a dentina possuem uma estrutura organizada e suas características estão mensuradas em uma escala nanométrica. O esmalte possui prismas que consistem em, aproximadamente 80 a 90% do seu volume em cristais de hidroxiapatita altamente cristalinos. Já na dentina, 50% do seu volume é mineral, 30% são proteínas colágenas e não colágenas e 20% são fluídos. As fibrilas colágenas fazem parte da matriz dentinária e formam uma rede reforçada por cristais de hidroxiapatita¹².

A saliva contém cálcio e fosfato supersaturado em relação à hidroxiapatita e pode ajudar a remineralizar o esmalte e a dentina amolecida pelos ácidos¹⁹, porém, quando a perda de estrutura atinge dimensões maiores, em que o dano é irreversível, não existe nenhum processo biológico capaz de reparar os tecidos por si só. Qualquer ação reparadora deve ser fornecida por substâncias estranhas ao metabolismo do tecido dental⁴⁰, ou seja, substâncias sintéticas e biocompatíveis.

Pensando nessa necessidade de desenvolvimento de novos produtos capazes de tratar a hipersensibilidade dentinária cervical, bem como remineralizar o tecido dental em uma dimensão igual às estruturas constituintes do mineral presente no esmalte e na dentina, o desenvolvimento da nanotecnologia na odontologia se fez necessário, a qual, tem como principal característica a utilização de nanopartículas bioinspiradas, ou seja, que imitam a hidroxiapatita presente no dente. Estas hidroxiapatitas nanoestruturadas têm maior área de superfície e, conseqüentemente, maior reatividade, o que permite a união à apatita do esmalte e da dentina, produzindo um revestimento em escala nanométrica, combatendo assim, a desmineralização causada pelos ácidos e o possibilitando o vedamento dos túbulos dentinários: diminuindo ou anulando a hipersensibilidade⁴².

Neste estudo foram apresentadas duas novas formulações de dentifrícios que

fazem uso desta nanotecnologia (Biorepair e Regenerate) e um dentífrico convencional, com indicação bem difundida para o tratamento da HDC (Colgate Pró-alívio). A opção pelo uso de dentífricos está relacionada à sua disposição à população bem como sua vantagem em relação ao custo/benefício para o tratamento da hipersensibilidade.

Segundo Arnold et al. (2015)⁴, os dessensibilizantes caseiros enquadram-se em duas categorias. A primeira categoria diz respeito aos produtos que contêm sais de potássio, que penetram nos túbulos dentinários e atuam diminuindo a excitabilidade das fibras nervosas presentes na polpa. Já a segunda categoria engloba produtos com componentes ativos com a função de ocluir os túbulos dentinários. Os componentes podem ser: estrôncio, fluoreto estanoso, fosfosilicato de cálcio e sódio, oxalatos, fluoretos ou arginina e carbonato de cálcio (Colgate Pró-alívio), os quais combinados com o cálcio ocluem os túbulos dentinários e se convertem em fosfato de cálcio, porém, este vedamento é instável, uma vez que os fosfatos são solúveis em meio ácido, não resistindo aos desafios ácidos dietéticos.

Na nova abordagem destaca-se o uso de agentes funcionais com nanopartículas de hidroxiapatita biomimética. A principal idéia é a de que estas nanopartículas penetrem nos túbulos dentinários, mineralizem o tecido e bloqueiem o movimento do fluido no interior dos túbulos, impedindo a sensação dolorosa e, ao mesmo tempo, contribuindo para a remineralização do tecido⁴. Rimondini et al. (2007)⁴² demonstrou que estas partículas foram capazes de remineralizar as superfícies da dentina condicionada pela ação de ácido ortofosfórico e ocluiu progressivamente os túbulos dentinários em alguns minutos, levando até a regeneração de uma camada de tecido mineralizado em poucas horas.

Segundo Ren et al. (2009)⁴¹ grandes esforços foram realizados a fim de expandir a modificação da hidroxiapatita (HAp) sintética, com o intuito de melhorar suas características de solubilidade, osteocondutividade e bioatividade, alterando sua composição por meio de substituições iônicas. Para tal substituição, o composto com grande potencial é o Zinco. Estudos in vitro e in vivo deste composto, naturalmente presente no osso, mostraram seu efeito direto em osteoblastos e efeito inibitório na reabsorção óssea pelos osteoclastos, estimulando assim o crescimento e mineralização óssea^{16,28,46}.

Em 2012 Kumar et al.²⁰ disse que a adição do zinco na apatita reduz a desordem cristalina e resulta em menos defeitos nos cristais. O íon Zn^{2+} é

incorporado à HAp e ocupa o lugar vago do íon Ca^{2+} ²⁵. Juntamente com o carbonato, há uma melhora na estabilidade térmica da HAp. Desta forma os autores concluíram que ajustando-se as concentrações de zinco e de carbonato, é possível a obtenção de propriedades desejadas para diferentes aplicações médicas.

Em 2010 Poggio et al.⁴⁰ conduziu um estudo em que comparou dois dentifrícios, um dentifrício fluoretado convencional e outro que utiliza nanocristais de HAp, e analisou a eficiência no reparo de lesões de esmalte pela erosão produzida por Coca-cola. Segundo os autores, as micropartículas de HAp formadas pelo dentifrício com nanopartículas são completamente idênticas ao mineral que forma a dentina e o esmalte. No esmalte, a ação se dá por meio da capacidade de ligação aos tecidos naturais e as partículas acabam preenchendo os “microgaps”, melhorando sua remineralização e promovendo uma ação protetora contra ataques ácidos. Quando observado por imagens de microscopia de força atômica (AFM), este efeito protetor foi mais evidente para o dentifrício com nanocristais do que para o dentifrício convencional.

Tschoppe et al. (2011)⁵¹ compararam o efeito remineralizador de dois dentifrícios com partículas nanométricas, um composto de nano-hidroxiapatita (n-HAp) e outro composto de nano-hidroxiapatita carbonato de zinco ($\text{ZnCO}_3/\text{n-HAp}$ - Biorepair) em duas concentrações (20% em peso de carbonato de zinco nano-hidroxiapatita, $\text{ZnCO}_3/\text{n-Hap}$, ou 24% em peso de $\text{ZnCO}_3/\text{n-HAp}$), outro dentifrício composto por fluoreto de amina (0,14% em peso) com um grupo controle que não recebeu escovação, mas foi armazenado em solução remineralizadora conforme EN ISO 11609 (Normas europeias para a preparação de suspensões artificiais de saliva/pastas). O tratamento com os dentifrícios não foram superiores, porém quando a solução remineralizadora foi utilizada em conjunto com os dentifrícios, o efeito mineralizador foi bem maior do que somente o armazenamento na solução. Este composto nanométrico mostrou-se eficaz, principalmente, na remineralização de lesões mais profundas³. Além disso, o efeito remineralizador na dentina foi bem maior para os cremes dentais com n-HAp ou $\text{ZnCO}_3/\text{n-HAp}$ em comparação aos cremes dentais convencionais com fluoreto de amina⁵¹. O protocolo de escovação utilizado por Tschoppe⁵¹ foi empregado neste estudo, visto que mostrou eficiência em observar o efeito remineralizador do dentifrício com escovações diárias na frequência de duas vezes ao dia por 15 dias, com escovação ativa por 5 segundos mais contato por 115 segundos, num total de 120 segundos, de forma a simular o

que ocorre, de forma geral, na população.

Assim como o autor acima citado, Alessandri Bonetti et al. (2014)¹ notou que amostras tratadas com dentifrício com ZnCO₃/n-HAp (Biorepair - hidroxiapatita carbonatada com adição de íons zinco) tiveram menores resultados para a desmineralização do que as tratadas com dentifrício convencional fluoretado. Além disso, a adição de íons zinco promoveu um efeito cariostático a longo prazo, devido a sua capacidade em se reter à película salivar na superfície do biofilme.

O primeiro estudo clínico que demonstrou a indicação da utilização do dentifrício com partículas de ZnCO₃/n-HAp para o tratamento da HDC foi em 2010, conduzido por Orsini et al.³¹. Em comparação com o grupo controle (dentifrício com nitrato de potássio e flúor), o dentifrício experimental teve melhor resposta, embora ambos terem sido eficientes.

Mais recentemente, outros agentes ativos além de ZnCO₃/n-HAp estão sendo investigados e adicionados às formulações dos dentifrícios¹⁸. A formação de HAp a partir de silicato de cálcio e a deposição deste silicato na superfície do esmalte erodido está sendo investigada com o intuito de obter reparo e propriedades protetoras do tecido dental³². Esta nova tecnologia foi baseada na combinação de silicato de cálcio, sais de fosfato de sódio e flúor (Regenerate). Assim como para o Biorepair, a proposta do creme dental Regenerate é o reparo do esmalte atacado por ácido e a proteção do esmalte sadio aos desafios ácidos, promovendo benefícios à saúde. Porém, para este último dentifrício as pesquisas resumem-se aos efeitos remineralizadores em esmalte, ainda não foi comprovado seu efeito na dentina.

Alguns outros autores conduziram, em 2014, pesquisas *in vitro* e *in situ*⁴⁷ utilizando o novo dentifrício com silicato de cálcio, sais de fosfato de sódio (fosfato monossódico e fosfato trissódico) e flúor (monofluorofosfato de sódio – 1450 ppm F). Estes estudos utilizaram análises de microscopia eletrônica de varredura (MEV), espectroscopia de raios X dispersiva de energia (EDX) e microscopia eletrônica de transmissão, onde foi possível evidenciar, após 4 semanas de escovação, um aumento na deposição de HAp, o que foi confirmado pelo estudo *in situ*, em que as fases cristalinas de HAp depositadas estavam associadas ao silicato de cálcio. No mesmo ano foi conduzido outro trabalho¹⁹ em que se utilizou um gel bifásico, contendo flúor, em associação ao dentifrício (Regenerate) para potencializar seus efeitos remineralizadores do esmalte. Os autores observaram que a perda mineral

mostrou-se maior nos grupos controles do que no grupo do dentifrício experimental e, além disso, o melhor resultado foi obtido pela associação do dentifrício com nanopartículas de HAp ao gel bifásico de flúor. Desta forma, o dentifrício Regenerate inibe a desmineralização do esmalte e promove remineralização após ataque ácido, sendo capaz de possibilitar o depósito de silicato de cálcio sobre a superfície do esmalte e conseqüente formação de hidroxiapatita¹⁴, possibilitando uma nova cobertura mineral biomimética e que progressivamente preenche as fissuras, cobrindo e guardando a estrutura do esmalte, diferentemente da modificação nos cristais de apatita causada por dentifrícios convencionais a base de íons fluoreto, os quais aumentam o grau de cristalinidade e a resistência mecânica e ácida, porém de forma menos eficaz⁴³.

Os estudos sobre estas novas formulações de agentes dessensibilizantes e remineralizadores concentram-se, principalmente, nos seus efeitos de vedamento tubular e na sua eficácia em redução da sensibilidade. Porém, há uma preocupação que exige a atenção dos clínicos, que é a possibilidade de tais agentes interferirem nas propriedades da smear layer e causarem danos adversos na performance adesiva³⁴ quando se faz necessária a utilização de compósitos para a restauração de lesões cervicais não cariosas²². Por isso, mais informações são necessárias sobre os efeitos desses novos dessensibilizantes na resistência de união adesiva.

Quando a questão é restauração, o objetivo primordial é a obtenção de uma íntima adaptação do material restaurador com o substrato dentário³⁵. Para alcançar o sucesso, é necessário ter em mente os fatores que podem interferir na adesão, sendo alguns deles: o substrato, o adesivo e a resina utilizados e o tratamento prévio em que o substrato é submetido.

O substrato encontrado nas lesões cervicais não cariosas é a dentina. Por ser um tecido com composição orgânica maior do que a do esmalte e ser de natureza úmida, o processo adesivo torna-se uma técnica com maior sensibilidade e de manejo difícil.

Segundo Marshall et al. (1997)²⁴, os vários componentes estruturais da dentina e suas propriedades podem afetar diretamente a união adesiva, dentre eles: permeabilidade dentinária, fluxo do fluido pulpar e dentina cariada ou esclerótica. A dentina esclerótica ou hipermineralizada é observada com frequência nas lesões cervicais não cariosas, visto que a sua exposição ao meio bucal propicia a deposição de minerais em sua superfície, sendo muito mais resistente ao

condicionamento ácido⁵⁵. Por conseguinte, a penetração das resinas é limitada, dando origem à formação de zonas híbridas pouco espessas^{8,11,55,56}. Além disto, o comportamento clínico dos adesivos dentinários é mais deficiente em lesões cervicais escleróticas que em dentina normal⁹. Desta forma, esta pesquisa produziu a hipermineralização artificial³⁹ da dentina a fim de reproduzir as características deste substrato e imitar da melhor forma possível as condições encontradas em ambiente oral, já que segundo Mendis e Darling (1979)²⁶: “Na abrasão, imagens de MEV de fraturas longitudinais mostraram uma superfície homogênea com os túbulos completamente ocluídos.”, o que pode significar interferência na resistência adesiva, visto que o mecanismo de adesão depende da penetração do primer e do adesivo resinoso na superfície de dentina condicionada³⁶. A presença de minerais depositados sobre a dentina esclerótica poderia de forma negativa interferir na resistência de união, principalmente nos casos em que é usado um monômero ácido na técnica autocondicionante, diminuindo a penetrabilidade dos monômeros pelo emaranhado de fibras colágenas, ou seja, diminuindo a formação de tags.

Em estudo feito por Gwinnett e Jendresen (1978)¹⁰ a penetrabilidade dos monômeros resinosos em dentina esclerótica foi de aproximadamente 30 µm em comparação com mais de 100 µm nos túbulos de dentina normal condicionada por ácido. Além deste, outro estudo relatou uma diminuição de 20% na resistência adesiva quando usado como substrato a dentina hipermineralizada e um primer autocondicionante, independente da localização do substrato dentro da lesão⁴⁸. Kwong et al. (2002)²¹ e Cilli et al. (2005)⁶ também analisaram modelo in vitro da hipermineralização da dentina e utilizaram adesivos autocondicionantes. Os primeiros concluíram que independente do método de condicionamento utilizado, a resistência adesiva em dentina normal foi significativamente maior do que em dentina esclerótica. E o segundo grupo de autores utilizou uma abordagem com duplo ataque ácido e isto reduziu de forma significativa a resistência à microtração em dentina hipermineralizada artificialmente.

Entretanto, pesquisas conduzidas por Van Dijken (2004 e 2005)^{52,53} verificaram que não houve diferenças entre as lesões escleróticas e não escleróticas, assim como no estudo aqui apresentado. Pode-se argumentar que o grau de mineralização do substrato não foi suficiente a ponto de interferir com a impregnação dos monômeros adesivos ou ainda que o agente de união utilizado no estudo não depende da formação de tags de resina para obter adequada resistência

adesiva, visto possuir em sua composição monômeros funcionais que conferem ao material adesão química aos componentes do substrato. Como por exemplo, o adesivo aqui utilizado, Clearfil SE Bond (Kuraray), que, segundo Pneumans (2007)³⁸, é um adesivo autocondicionante com MDP que resulta em excelente retenção nas lesões cervicais por até 5 anos. Portanto, para este adesivo, a ligação química pode substituir a necessidade de condicionamento ácido em passo separado.

Pensando, então, na interferência na resistência pelo sistema adesivo, devemos levar em consideração o tipo de adesivo utilizado, a acidez ou pH do primer e a sua composição.

Alguns estudos^{10,35,48} mostraram que o pH do adesivo pode influenciar na habilidade de condicionamento dentinário, visto que sistemas adesivos autocondicionantes com grau de acidez mais elevado promovem maiores alterações na micromorfologia da camada híbrida formada. Estudos que utilizaram adesivos com pH mais ácido, por exemplo G-Bond Plus⁵⁰ (pH 1,5) e AdheSE⁴⁵ (pH 1,4) mostraram não haver diferença estatística em dentina normal, porém maiores valores de resistência em dentina hipermineralizada, destacando a importância da acidez no condicionamento adequado deste tipo de substrato e concluindo que os diferentes pHs podem afetar a resistência adesiva em dentina esclerótica.

Porém, para este estudo os valores apresentados pelo adesivo AdheSE (pH 1,4) foram menores do que o observado para o Clearfil SE Bond (pH 1,9), independente do tipo de substrato e do tratamento prévio com os dentifrícios.

Andrade et al. (2008)² avaliaram se o pH do primer poderia influenciar na resistência de união entre alguns adesivos autocondicionantes. Os adesivos utilizados também foram o Clearfil SE Bond e o AdheSE, onde o Clearfil, com pH de aproximadamente 2 e considerado de acidez suave, apresentou, assim como neste estudo, um desempenho superior ao AdheSE, de pH entre 0,85 e 1,4, considerado de acidez moderada. Ou seja, o desempenho de um sistema adesivo não deve ser creditado somente na acidez do primer, é mais provável que os resultados tenham sido alcançados devido às características dos monômeros funcionais, como dito anteriormente. Cada sistema adesivo possui um monômero funcional específico e isto determina, entre outras características, a performance do adesivo.

Os monômeros funcionais mais encontrados na composição dos adesivos são: 10-MDP (10-metacriloiloxidecil dihidrogênio fosfato – presente no Clearfil SE Bond), Fenil-P e 4-META (4-metacriloxietyl anidrido de trimelitato - presente no

AdheSE) e conferem, além de uma adesão mecânica, uma adesão química com o conteúdo mineral do substrato. Os monômeros possuem grupos carboxílicos e fosfato, que são capazes de criar uma ligação iônica com o cálcio da hidroxiapatita. Tem sido demonstrado que a ligação química promovida pelo 10-MDP não é só mais eficaz, mas também mais estável em ambiente aquoso do que os demais monômeros².

Apesar dos valores de resistência dentro de um mesmo grupo de adesivos não ser estatisticamente diferentes, os valores de resistência adesiva em dentina normal para o Clearfil SE Bond foram maiores nos grupos previamente tratados com Biorepair e Regenerate em comparação a qualquer outro grupo de dentifrício, adesivo ou tipo de dentina, ou seja, este resultado condiz com o mecanismo de ação proposto por estas novas formulações de dentifrícios: formação de nanohidroxiapatita. Pode-se afirmar que o tratamento prévio com os dentifrícios propiciou o aumento da força de união entre dentina e sistema adesivo utilizado em dentina normal. E isto pode ser explicado devido à afinidade e interação do monômero funcional 10-MDP presente no Clearfi SE Bond com a HAp adicional depositada sobre a superfície de dentina.

Já no que diz respeito ao AdheSE, os menores valores de resistência adesiva, extremamente significantes, encontrados correspondem ao grupo tratado previamente com Colgate e Regenerate. A explicação provável para este efeito pode estar relacionada ao adesivo não ter sido capaz de um adequado condicionamento ácido que possibilitasse à remoção da deposição mineral induzida pelos agentes dessensibilizantes presentes no Colgate e na Regenerate. Porém, maiores estudos quanti e qualitativos são necessários para comprovar estas suposições.

Quanto à análise do padrão de fratura, foi observada predominância de fraturas adesivas em todos os grupos, o que é desejado, visto que este tipo de fratura indica o registro da resistência de união do adesivo. Falhas do tipo coesivas e mistas sugerem a existência de microfissuras na subsuperfície que não foi corretamente infiltrada pelo adesivo, ou seja, estas falhas registram a resistência do material restaurador ou do dente⁵⁴, o que foi observado de forma menos evidente neste estudo.

Mediante os resultados encontrados, reforça-se a necessidade de maiores pesquisas que possam levar em consideração mais fatores que reproduzam o ambiente oral, tais como ciclagem do pH e temperatura.

Conclusão

Dentro das limitações do presente estudo, conclui-se que a aplicação dos dentífricos dessensibilizantes, tanto o convencional quanto o que apresenta nanotecnologia, em associação com um sistema adesivo compatível pode ser utilizada quando se tenta controlar a hipersensibilidade, sem interferência com o sistema de ligação.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro e a todos os pesquisadores envolvidos.

Marcas

- a. Colgate Palmolive Co., New York, NY, USA.
- b. Unilever House, Londres, Reino Unido.
- c. Dr. Wolff, Bielefeld, Alemanha.
- d. 3M ESPE, St. Paul, MN, USA.
- e. Kuraray Co., LTDA, Tóquio, Japão.
- f. Ivoclar Vivadent, Schann, Liechtenstein.

Referências

1. Alessandri Bonetti G, Pazzi E, Zanarini M, Marchionni S, Checchi L. The effect of zinc-carbonate hydroxyapatite versus fluoride on enamel surfaces after interproximal reduction. *Scanning*. 2014; 36(3): 356-61.
2. Andrade AP, Shimaoka AM, Russo EMA, Carvalho RCR. Estudo comparativo da resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes com diferentes pHs aplicados ao esmalte e a dentina. *RGO*. 2008; 56(2): 115-9.
3. Aoba T. Solubility properties of human tooth mineral and pathogenesis of dental caries. *Oral Diseases*. 2004; 10:249–57.
4. Arnold WH, Prange M, Naumova EA. Effectiveness of various toothpastes on dentine tubule occlusion. *J Dent*. 2015; 43(4): 440-9.
5. Brannstrom M. The hydrodynamic theory of dentinal pain: sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. *J Endod*. 1986; 12(10):453-7.

6. Cilli RA, Prakki PA, de Araujo MA. Evaluating a method of artificially hypermineralizing dentin to simulate natural conditions in bonding studies. *J Adhes Dent.* 2005; 7(4):271-9.
7. De Munck J, Shirai K, Yoshida Y, Inoue S, Van Landuyt K, Lambrechts P, et al. Effect of water storage on the bonding effectiveness of 6 adhesives to Class I cavity dentin. *Oper Dent.* 2006; 31(4): 456–65
8. Duke ES, Lindemuth J. Polymeric adhesion to dentin: Contrasting substrates. *Am J Dent.* 1991; 4:241-146.
9. Duke ES, Robbins JW, Snyder DS. Clinical evaluation of a dentinal adhesive system: three year results. *Quintessence Int.* 1991; 22:889-895.
10. Gwinnett AJ, Jendresen MD. Micromorphologic features of cervical erosion after acid conditioning and its relation with composite resin. *J Dent Res.* 1978 ;57:543–9.
11. Gwinnett AJ, Kanca J. Interfacial morphology of resin composite and shiny erosion lesions. *Am J Dent.* 1992; 5:315-317.
12. Hanning M, Hanning C. Nanomaterials in preventive dentistry. *Nat Nanotechnol.* 2010; 10(5): 565-69.
13. Hashimoto M, Tay FR, Ohno H, Sano H, Kaga M, et al. SEM and TEM analysis of water degradation of human dentinal collagen. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2003; 66(1): 287-98.
14. Hornby K, Ricketts SR, Philpotts CJ, Joiner A, Schemehorn B, Willson R. Enhanced enamel benefits from a novel toothpaste and dual phase gel containing calcium silicate and sodium phosphate salts. *J Dent.* 2014; 42(1): 39-45.
15. Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, et al. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to enamel. *Am J Dent.* 2003; 16(5): 329-34.
16. Ito A, Otsuka M, Kawamura H, Ikeuchi M, Ohgushi H, Sogo Y, Ichinose N. Zinc-containing tricalcium phosphate and related materials for promoting bone formation. *Curr Appl. Phys.* 2005; 5:402-6.
17. Jacques P, Hebling J. Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. *Dent Mater.* 2005; 21(2): 103-9.
18. Joiner A, Schäfer F, Naeeni MM, Gupta AK, Zero DT. Remineralisation effect of a dual-phase calcium silicate/phosphate gel combined with calcium silicate/phosphate toothpaste on acid-challenged enamel in situ. *J Dent.* 2014; 42(1): 53-9.

19. Jones SB, Davies M, Chapman N, Willson R, Hornby K. Introduction of an interproximal mineralisation model to measure remineralisation caused by novel formulations containing calcium silicate, sodium phosphate salts and fluoride. *J Dent.* 2014; 42(1): 46-52.
20. Kumar GS, Thamizhavel A, Yokogawa Y, Narayana Kalkura S, Girija EK. Synthesis, characterization and in vitro studies of zinc and carbonate co-substituted nano-hydroxyapatite for biomedical applications. *Mat Chem Phys.* 2012; 134: 1127-35.
21. Kwong SM, Cheung GS, Kei LH, Itthagaran A, Smales RJ, Tay FR, Pashley DH. Micro-tensile bond strengths to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique. *Dent Mater.* 2002; 18: 359-69.
22. Makkar S, Goyal M, Kaushal A, Hegdel V. Effect of desensitizing treatments on bond strength of resin composites to dentin – an in vitro study. *J Conserv Dent.* 2014; 17(5): 458–461.
23. Marshall GW, Chang YJ, Saeki K, Gansky SA, Marshall SJ. Citric acid etching of cervical sclerotic dentin lesions: an AFM study. *J Biomed Mater Res.* 2000; 49(3): 338-44.
24. Marshall GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent* 1997;25:441–58.
25. Matsunaga K, Murata H, Mizoguchi T, Nakahira A. Mechanism of incorporation of zinc into hydroxyapatite. *Acta Biomater.* 2010; 6(6): 2289-93.
26. Mendis BN, Darling AI. A scanning electron microscope and microradiographic study of the closure of human coronal dentinal tubules related to occlusal attrition and caries. *Arch Oral Biol.* 1979; 24:725–33.
27. Mobarak EH, El-Badrawy WH. Microshear bond strength of self-etching adhesives to caries-affected dentin identified using the dye permeability test. *J Adhes Dent.* 2012; 14(3): 245-50.
28. Moonga BS, Dempster DW, Bone J. Zinc is a potent inhibitor of osteoclastic bone resorption in vitro. *Miner Res.* 1995; 10:453-57.
29. Nakabayashi N, Pashley DH. Hybridization of dental hard tissues. Georgia:Quintessence; 1998.
30. Nakamichi I. Adhesion of various dental restorative materials to human and bovine teeth. *Kokubyo Gakkai Zasshi.* 1982; 49(1): 31-40.

31. Orsini G, Procaccini M, Manzoli L, Giuliadori F, Lorenzini A, Putignano A. A double-blind randomized-controlled trial comparing the desensitizing efficacy of a new dentifrice containing carbonate/hydroxyapatite nanocrystals and a sodium fluoride/potassium nitrate dentifrice. *J Clin Periodontol.* 2010; 37(6):510-7.
32. Parker AS, Patel AN, Al Botros R, Snowden ME, McKelvey K, Unwin PR, Ashcroft AT, Carvell M, Joiner A, Peruffo M. Measurement of the efficacy of calcium silicate for the protection and repair of dental enamel. *J Dent.* 2014; 42(1): 21-9.
33. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int.* 1993; 24(9): 618-31.
34. Pei D, Liu S, Huang C, Du X, Yang H, Wang Y, Deng D. Effect of pretreatment with calcium-containing desensitizer on the dentine bonding of mild self-etch adhesives. *Eur J Oral Sci.* 2013;121(3 Pt 1): 204-10.
35. Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am.* 2007; 51(2): 333-57, viii.
36. Perdigão J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater.* 2010; 26(2): 24-37.
37. Perdigão J, Swift EJ Jr, Denehy GE, Wefel JS, Donly KJ. In vitro bond strengths and SEM evaluation of dentin bonding systems to different dentin substrates. *J Dent Res.* 1994; 73(1): 44-55.
38. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Five-year clinical effectiveness of a two-step-self-etching adhesive. *J Adhes Dent.* 2007; 9:7–10.
39. Piccioni MARV, Neves TPC, Kubo CS, Saad JRC, Campos EA. Effects of the Er, Cr:YSGG laser irradiation on dentin bond strength. *Laser Phys.* 2016; 26(2): 3-6.
40. Poggio C, Lomardini M, Colombo M, Bianchi S. Impact of two toothpastes on repairing enamel erosion produced by a soft drink: an AFM in vitro study. *J Dent.* 2010; 38(11): 868-74.
41. Ren F, Xin R, Ge X, Leng Y. Characterization and structural analysis of zinc-substituted hydroxyapatites. 2009; 5(8): 3141-9.
42. Rimondini L, Palazzo B, Iafisco M, Canegallo L, Denarosi F, Merlo M, Roveri N. The remineralizing effect of carbonate-hydroxyapatite microparticles on dentine. *Mater Sci Forum* 2007; 539-43: 602-05.

43. Roveri N, Battistella E, Bianchi CL, Foltran I, Foresti E, Iafisco M, Lelli M, Naldoni A, Palazzo B, Rimondini L. Surface Enamel Remineralization: Biomimetic Apatite Nanocrystals and Fluoride Ions Different Effects. *J Nanomater.* 2009; 1-9.
44. Shimaoka AM, de Andrade AP, Cardoso MV, de Carvalho RC. The importance of adhesive area delimitation in a microshear bond strength experimental design. *J Adhes Dent.* 2011; 13(4): 307-14.
45. Skupien JA, Susin AH, Angst PD, Anesi R, Machado P, Bortolotto T, Krejci I. Micromorphological effects and the thickness of the hybrid layer – a comparison of current adhesive systems. *J Adhes Dent.* 2010; 12(6): 435-42.
46. Sogo Y, Sakurai T, Onuma K, Ito A. The most appropriate (Ca+Zn)/P molar ratio to minimize the zinc content of ZnTCP/HAP ceramic used in the promotion of bone formation. *J Biomed Mater.* 2002; 62:457-63.
47. Sun Y, Li X, Deng Y, Sun JN, Tao D, et al. Mode of action studies on the formation of enamel minerals from a novel toothpaste containing calcium silicate and sodium phosphate salts. *J Dent.* 2014; Sppl 1: 30-8.
48. Tay FR, Kwong S-M, Itthagarun A, King NM, Yip H-K, Moulding KM, et al. Bonding of a self-etching primer to non-cariou cervical sclerotic dentin: interfacial ultrastructure and microtensile bond strength evaluation. *J Adhes Dent.* 2000 ;2:9–28.
49. ten Cate JM, Imfeld T. Dental erosion, summary. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104(2): 241-244
50. Tsai YL, Nakajima M, Wang CY, Foxton RM, Lin CP, Tagami J. Influence of etching ability of one-step self-etch adhesives on bonding to sound and non-cariou cervical sclerotic dentin. *Dent Mater J.* 2011; 30:941-947.
51. Tschoppe P, Zandim DL, Martus P, Kielbassa AM. Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. *J Dent.* 2011; 39(6): 430-7.
52. Van Dijken JW. Durability of three simplified adhesive systems in Class V non-cariou cervical dentin lesions. *Am J Dent.* 2004; 17:27–32.
53. Van Dijken JW. Retention of a resin-modified glass ionomer adhesive in non-cariou cervical lesions. A 6-year follow-up. *J Dent.* 2005; 33:541–7.
54. Van Meerbeek B, De Munck J, Mattar D, Van Landuyt K, Lambrechts P. Microtensile bond strenghts of an etch&rinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surfasse treatment. *Oper Dent.* 2003; 28:647-660.

55. Van Meerbeek B, Dhem A, Goret-Nicaise M, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological characterization of the interface between resin and sclerotic dentine. *J Dent.* 1994; 22:141-146.
56. Van Meerbeek B, Lambrechts P, Inokoshi S, Braem M, Vanherle G. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. *Oper Dent.* 1992; Suppl 5:111-124.
57. Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Why do shear bond tests pull out dentin? *J Dent Res.* 1997; 76(6):1298-307.
58. Yousry MM, ElNaga AA, Hafez RM, El-Badrawy W. Microshear Bond Strength and interfacial morphology of etch-and-rinse and self-etch adhesive systems to superficial and deep dentin. *Quintessence Int.* 2011; 42(9): e96-e106.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados verificados nas duas publicações aqui apresentadas, pode-se concluir:

- os dentifrícios utilizados não tiveram influência negativa na resistência de união dos adesivos autocondicionantes empregados neste estudo;

- ambos os substratos dentinários, normal ou hipermineralizado artificialmente, foram passíveis de condicionamento adequado com os adesivos autocondicionantes, independente do dentifrício utilizado.

- o adesivo autocondicionante com melhores resultados foi o Clearfil SE Bond e isto pode estar relacionado à presença do monômero funcional 10-MDP, o qual proporciona ligação química com o substrato e tem alta afinidade pela hidroxiapatita;

Sendo assim, os cirurgiões-dentistas devem estar atentos para escolherem os melhores materiais restauradores disponíveis no mercado, sempre levando em consideração suas indicações, técnicas e as características clínicas de cada caso.

Referências*

1. Absi EG, Addy M, Adams D. Dentine hypersensitivity. A study of the patency of dentinal tubules in sensitive and non-sensitive cervical dentine. *J Clin Periodol.* 1987; 14(5): 280-4.
2. Addy M, Urquart E. Dentine hypersensitivity: its prevalence, aethiology and clinical management. *Dent Update.* 1992; 19(10): 407-8.
3. Altinok B, Tanboga I, Peker S, Eren F, Bakkal M, Peker F. The effect of laser-activated acidulated phosphate fluoride on enamel submitted to erosive solution only: an in vitro preliminar evaluation. *Eur J Pediatr Dent.* 2011; 12(1): 13-6.
4. Andreatti LS, Lopes MB, Guiraldo RD, Borges AH, Dorilêo MCO, Gonini Jr A. Effect of desensitizing agents on the bond strength of dental adhesive systems. *Appl Adhes Sci.* 2014; 2:24.
5. Aranha AC, Siqueira Junior Ade S, Cavalcante LM, Pimenta LA, Marchi GM. Microtensile bond strengths of composite to dentin treated with desensitizer products. *J Adhes Dent.* 2006; 8(2): 85-90.
6. Arnold WH, Prange M, Naumova EA. Effectiveness of various toothpastes on dentine tubule occlusion. *J Dent.* 2015; 43(4): 440-9.
7. Gibson M, Sharif MO, Smithh A, Saini P, Brunton PA. A practice-based randomised controlled trial of the efficacy of three interventions to reduce dentinal hypersensitivity. *J Dent.* 2013; 41(8): 668-74.
8. Grippo JO, Simring M. Dental 'erosion' revisited. *J Am Dent Assoc.* 1995; 26(5):619-20, 623-4, 627-30.
9. Hashimoto M, Tay FR, Ohno H, Sano H, Kaga M, Yiu C, et al. SEM and TEM analysis of water degradation of human dentinal collagen. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2003; 66(1): 287-98.
10. Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, et al. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to enamel. *Am J Dent.* 2003; 16(5): 329-34.
11. Marshall Junior GW, Chang YJ, Saeki K, Gansky SA, Marshall SJ. Citric acid etching of cervical sclerotic dentin lesions: an AFM study. *J Biomed Mater Res.* 2000; 49(3): 338-44.

*De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-marco-2015.pdf>

12. Pashley DH. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Oper Dent.* 1992; 17(6): 229–42.
13. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int.* 1993; 24(9): 618-31.
14. Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am.* 2007; 51(2): 333-57.
15. Perdigão J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater.* 2010; 26(2): 24-37.
16. Schmidlin PR, Sahrman P. Current management of dentin hypersensitivity. *Clin Oral Investig.* 2013; 17 Sppl 1: 55-9.
17. Tay FR, Pashley DH. Water treeing--a potential mechanism for degradation of dentin adhesives. *Am J Dent.* 2003; 16(1): 6-12.
18. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. *J Dent.* 2002; 30(7- 8): 371-82.
19. ten Cate JM, Imfeld T. Dental erosion, summary. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104(2): 241-4.
20. Toledano M, Osorio R, Moreira MA, Cabrerizo-Vilchez MA, Gea P, Tay FR, et al. Effect of the hydration status of the smear layer on the wettability and bond strength of a self-etching primer to dentin. *Am J Dent.* 2004; 17(5): 310-4.

ANEXO

Certificado do Comitê de Ética no uso de animais (CEUA)



unesp

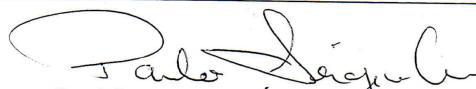
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada ***“RESISTÊNCIA DE UNIÃO AO MICROCISALHAMENTO DE SISTEMAS ADESIVOS AUTOCONDICIONANTES DE 2 PASSOS: EFEITO DE NOVAS FORMULAÇÕES DE DENTIFRÍCIOS EM SUBSTRATO DENTINÁRIO NORMAL E HIPERMINERALIZADO ARTIFICIALMENTE”***, registrada com o nº 4/2016, sob a responsabilidade do(a) **Prof(a). Dr(a). Edson Alves de Campos** – que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela **COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA** em reunião de 04/05/2016.

Finalidade	<input type="checkbox"/> Ensino <input checked="" type="checkbox"/> Pesquisa Científica
Vigência da autorização	Fevereiro/2017
Espécie/linhagem/raça	Gado Nelore
Nº de animais	168 dentes
Peso/Idade	250 Kg – 5 anos
Sexo	
Origem	Mondelli Indústria de Alimentos S/A.


Prof. Dr. PAULO SÉRGIO CERRI
 Coordenador da CEUA

**Não autorizo a reprodução deste trabalho até 16/03/2019
(Direitos de publicação reservados ao autor)**

Araraquara, 16 de Março de 2017.

GABRIELA OHATA